Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Golfe **Avis scientifique 2018/029**

ÉVALUATION DU HARENG DE L'ATLANTIQUE (*CLUPEA HARENGUS*), COMPOSANTES DES REPRODUCTEURS DE PRINTEMPS ET D'AUTOMNE, DU SUD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT (DIVISION 4T DE L'OPANO) ET AVIS POUR LES PÊCHES DE 2018 ET DE 2019

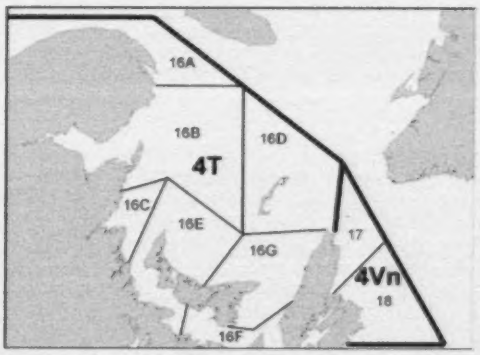

Figure 1. Divisions 4T et 4Vn de l'OPANO et les zones de gestion des pêches du hareng correspondantes.

Contexte :

Le stock de hareng Atlantique du sud du golfe du Saint-Laurent est distribué entre la côte nord de la péninsule de la Gaspésie et l'extrémité nord de l'île du Cap-Breton, et englobe les îles de la Madeleine (figure 1). Selon les données disponibles, les adultes passent l'hiver au large de la côte est de l'île du Cap-Breton, essentiellement dans la division 4Vn de l'OPANO. Le hareng du sud du golfe du Saint-Laurent est exploité par une flottille de pêche à engins fixes (filet maillant) sur les frayères et par une flottille à engins mobiles (senne coulissante, bateaux > 65 pi) qui le capture dans les eaux plus profondes. La flottille de pêche à engins fixes capture presque uniquement des reproducteurs de printemps au printemps, exception faite du mois de juin, et presque uniquement des reproducteurs d'automne à l'automne. La flottille de pêche à engins mobiles capture un mélange de reproducteurs de printemps et d'automne au cours de la saison de pêche. Les pourcentages de reproducteurs de printemps et de reproducteurs d'automne dans les prises varient selon la saison. Ces dernières années, le hareng de printemps a été vendu principalement comme appât, mais historiquement, il était également vendu comme bouffi (hareng fumé) et sous forme de filet. Le hareng d'automne est surtout destiné au marché de la rogue, du bouffi et du filet.

La gestion par contingent a été adoptée en 1972. En 2017, on comptait 2 339 permis de pêche à engins fixes et 8 permis de pêche à la senne. Les évaluations des composantes des reproducteurs de printemps et d'automne du hareng du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) servent à établir le contingent annuel. Une réunion du Processus de consultation régionale a eu lieu le 15 mars 2018 à Moncton (N.-B.) pour analyser l'état des composantes des reproducteurs de printemps et d'automne du hareng de la division 4T et pour émettre des avis pour les pêches de 2018 et de 2019. Parmi les participants à cette réunion, on comptait des représentants des Sciences du MPO (régions du Golfe, de Québec, et de Terre-Neuve-et-Labrador), de Gestion des pêches du MPO (régions du Golfe et de Québec), des gouvernements provinciaux, de l'industrie de la pêche, et d'organismes autochtones.

SOMMAIRE

- Le hareng de l'Atlantique dans le sud du golfe du Saint-Laurent est constitué des composantes de reproducteurs de printemps et de reproducteurs d'automne, qui sont considérés comme des stocks distincts et, à ce titre, sont évaluées séparément.
- Les indices dépendants de la pêche sont une composante importante de l'évaluation. Les indices tels que les PUE des filets maillants commerciaux pourraient ne pas être proportionnels à l'abondance en raison des changements dans la capturabilité au fil du temps. Par exemple, les taux de capture peuvent rester élevés malgré la diminution de l'abondance (augmentation de la capturabilité) due à une contraction de la distribution du stock et au ciblage des agrégations par les flottes de pêche, ainsi qu'à l'amélioration des techniques et des pratiques de pêche.

Composante de reproducteurs de printemps (RP)

- En 2016 et 2017, les estimations préliminaires des débarquements de reproducteurs de printemps s'établissaient à 966 t et 1 189 t respectivement, sur un contingent annuel de 2 000 t.
- Une modèle d'analyse virtuelle de population qui intègre les changements dans la capturabilité par la pêche à engins fixes a été utilisée depuis la dernière évaluation.
- La capturabilité par les engins fixes a augmenté jusqu'au milieu des années 2000, puis est revenue à une valeur intermédiaire depuis 2010.
- Les estimations de la biomasse du stock reproducteur (BSR) au début de 2017 et de 2018 étaient de 11 744 t (intervalle de confiance de 95 % : 6 463 – 28 171) et de 12 446 t (intervalle de confiance de 95 % : 6 418 – 30 365), respectivement. Depuis 2004, la biomasse du stock reproducteur se situe dans la zone critique du Cadre de l'approche de précaution et les probabilités qu'elle y était au début de 2017 et de 2018 sont supérieures à 90 %.
- L'estimation de la mortalité par la pêche (F) des RP âgés de 6 à 8 ans a dépassé $F_{0.1}$ (taux référence de mortalité par la pêche pour un stock dans la zone saine, F = 0.35) depuis 2000 à 2011. F est passée sous le niveau de référence (F = 0,35) en 2012, atteignant une valeur minimale de 0,19. Le taux de mortalité par la pêche des harengs âgés de 6 à 8 ans durant 2015 à 2017 était en moyenne de 0,24 (taux d'exploitation annuelle de 0,21).
- En raison du recrutement variable au cours des dernières années, les projections ont été effectuées selon trois scénarios de recrutement différents pour la période de projection : (1) recrutement élevé, (2) recrutement faible, et (3) recrutement intermédiaire.
- On s'attend à ce que la biomasse du stock reproducteur augmente légèrement au début de 2019 et en 2020 si les prises annuelles sont inférieures à 500 t, qu'elle se stabilise si les prises annuelles sont de 1 000 t, mais qu'elle diminue si les prises dépassent 1 500 t. Toutefois, l'incertitude entourant les prévisions de la biomasse du stock reproducteur est élevée. Même en l'absence de prélèvements de RP en 2018 et en 2019, la BSR ne devrait augmenter que légèrement avec une probabilité élevée que le stock demeure dans la zone critique.
- Le TAC a été établi à 2 000 t depuis 2009. À ce niveau de capture, la probabilité d'une augmentation de la BSR varie de 0% (faible recrutement) à 19% (recrutement élevé) avec une probabilité de seulement 10% de dépasser le PRL, même sous le scénario de recrutement élevé.

- Une mortalité par la pêche élevée, un déclin du poids à l'âge et des taux de recrutement variables mais faibles limitent la possibilité de rétablissement du stock.

Composante de reproducteurs d'automne (RA)

- Les estimations préliminaires des débarquements de la composante de RA pour 2016 et 2017 étaient de 24 677 t et de 20 523 t respectivement, sur un contingent annuel de 35 000 t.
- Depuis 2015, le modèle d'évaluation de la composante de RA intègre la dynamique des trois sous-stocks régionaux (régions Nord, Centrale et Sud) qui forment conjointement le stock de la division 4T de l'OPANO. Les options de prises sont évaluées au niveau de la totalité du sud du golfe du Saint-Laurent.
- La capturabilité par engins fixes estimée diffère d'une région à l'autre et elle a changé au fil du temps, étant la plus faible avec peu de variations dans la région Nord et, au contraire, augmentant sur la série chronologique dans les régions Centrale et Sud.
- Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, l'estimation médiane de la biomasse du stock de RA au début de 2018 s'établissait à 112 000 t. Les probabilités que la BSR soit inférieure au point de référence supérieur du stock de 172 000 t au début de 2017 et en 2018 étaient de 98 % et de 97 %, respectivement.
- L'estimation de la mortalité par la pêche (*F*) des harengs âgés de 5 à 10 ans a dépassé $F_{0.1}$ (taux référence de mortalité par la pêche dans la zone saine, F = 0.32) durant 1995 à 2011, sauf en 2004, mais a diminué depuis 2012 pour atteindre le niveau le plus bas en 2016. De 2015 à 2017, la valeur moyenne de *F* est de 0,20.
- Les abondances estimées des harengs de 4 ans au début de 2017 et de 2018 étaient très faibles, mais les intervalles de confiance sont importants.
- La valeur médiane de la projection de la BSR au début de 2019 et de 2020 reste sous le point de référence supérieur (PRS) pour les options de prises de 10 000 t et plus, avec une probabilité d'au moins 90%.
- À des niveaux de prises de 20 000 t (les prises en 2017) en 2018 et en 2019, la probabilité que la BSR demeure sous le PRS a été estimée à 94%. À ces niveaux de prises de 20 000 t, la probabilité que le taux de mortalité par la pêche soit supérieur au taux de référence $F_{0.1}$ a été estimé à 46%. $F_{0.1}$ est le taux de prélèvement de référence lorsque le stock se situe dans la zone saine de l'approche de précaution.
- Les modèles rétrospectifs actuels indiquent que le modèle d'évaluation peut surestimer la biomasse exploitable. Par conséquent, les options de récolte présentées peuvent être optimistes par rapport à l'atteinte des objectifs de gestion.
- Quand un stock est inférieur au PRS (dans la zone de prudence), il faudrait envisager d'augmenter la BSR. Une augmentation de 5% de la BSR d'ici 2020 serait seulement probable (supérieure à 50%) pour des niveaux de captures inférieures à 16 000 t.
- Une mortalité par la pêche élevée durant la période du milieu des années 1990 jusqu'à 2010, un déclin du poids à l'âge, et de faibles taux de recrutement contribuent au déclin de la BSR, limitant ainsi la possibilité de rétablissement du stock.

INTRODUCTION

Le hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) est une espèce pélagique qui vit en bancs. L'âge à maturité est habituellement à l'âge de 4 ans. La population de hareng dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est constituée de deux composantes de reproducteurs : les reproducteurs de printemps (RP) et les reproducteurs d'automne (RA). Le frai de printemps se produit surtout en avril et en mai, à des profondeurs de moins de 10 m. Le frai d'automne se déroule de la mi-août à la mi-octobre, à des profondeurs de 5 à 20 m. Le hareng affiche une grande fidélité à ses frayères. Au cours des dernières années, les plus importantes frayères de printemps étaient concentrées dans le détroit de Northumberland et dans la baie des Chaleurs, tandis que les plus importantes frayères d'automne se trouvaient dans les eaux côtières au large de Miscou et d'Escuminac (N.-B.), de North Cape et du Cap Bear (Î.-P.-É.), et de Pictou (N.-É.). Les œufs fécondés se fixent sur le fond marin.

La pêche du hareng est gérée dans les sept zones de pêche de la zone 16 (A à G; figure 1) de la division 4T de l'OPANO du sGSL. Les RP et les RA de la division 4T sont considérés comme des stocks distincts et sont évalués séparément. Pour la composante des reproducteurs d'automne, un modèle d'évaluation par région (Nord, Centrale, Sud) a tout d'abord été utilisé pour mettre à jour les avis pour la pêche de 2015 (MPO 2015).

Pêches

Entre 1978 et 2017, les débarquements totaux de hareng de l'Atlantique dans les divisions 4T et 4Vn de l'OPANO ont atteint un sommet de 93 471 t en 1995, pour redescendre à 20 523 t en 2017 (figure 2). Un contingent (total autorisé de captures; TAC) pour les prélèvements combinés de ces deux composantes dans les divisions 4T et 4Vn est en vigueur depuis 1972. Depuis 1988, les débarquements totaux sont généralement inférieurs au TAC. Les TAC pour 2016 et 2017 étaient de 37 000 t.

Le hareng du sGSL est exploité par une flottille de pêche au filet maillant (appelée « flottille à engins fixes ») et une flottille de pêche à la senne coulissante (« flottille à engins mobiles »). La pêche à engins fixes se concentre dans la division 4T de l'OPANO, tandis que la pêche à engins mobiles se déroule dans la division 4T et, à l'occasion, dans la division 4Vn. Comme pour les années antérieures, 77 % du TAC pour les deux saisons a été alloué à la flottille de pêche à engins fixes et 23 % a été alloué à la flottille de pêche à engins mobiles. Depuis 1981, la flottille de pêche à engins fixes est responsable de la majorité (73 % et 97 %) des débarquements déclarés, le pourcentage étant de 94 % en 2016 et de 99 % en 2017 (figure 2). La pêche à engins fixes, pratiquée sur les frayères, vise généralement les stocks locaux.

Des TAC distincts pour la composante de reproducteurs de printemps et pour celle de reproducteurs d'automne sont établis depuis 1985. Les TAC sont attribués par saison de pêche. Les débarquements déclarés à la saison d'automne représentaient la majorité (65 % à 98 %) des débarquements totaux de hareng du sGSL et ce, tout au long de la série chronologique (figure 2). On estime que les débarquements au cours de la saison de pêche d'automne représentaient 94 % et 95 % du nombre total de harengs récoltés en 2016 et en 2017, respectivement.

Les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne ne sont pas capturés uniquement durant leurs saisons de frai correspondantes et les débarquements sont attribués aux groupes de frai en fonction des caractéristiques macroscopiques obtenues à partir d'échantillons prélevés sur les prises de la pêche.

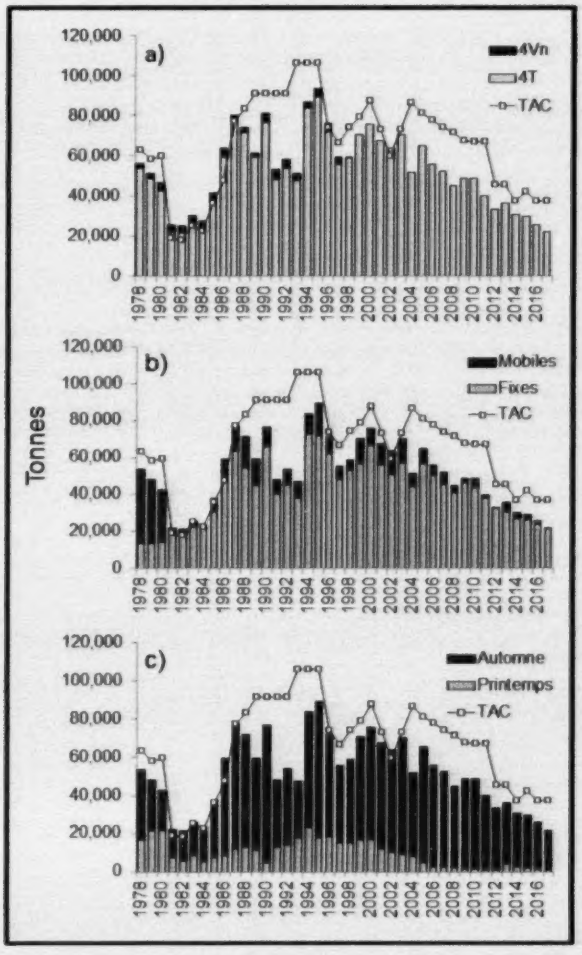

Figure 2. Débarquements déclarés (en tonnes) de hareng de l'Atlantique dans le sud du golfe du Saint-Laurent (reproducteurs de printemps et d'automne combinés) par division de l'OPANO (graphique du haut), par type d'engins (graphique du milieu) et par saison de pêche (graphique du bas), de 1978 à 2017. Le total autorisé des captures annuel correspondant (TAC; tonnes) est indiqué dans tous les graphiques. En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données pour 2016 et 2017 sont préliminaires.

Composante des reproducteurs de printemps (RP)

Les TAC pour 2016 et 2017 visant les RP ont été fixés à 2 000 t par année, soit la même valeur depuis 2010 (figure 3). En 2016 et en 2017, les estimations préliminaires des débarquements de reproducteurs de printemps s'établissaient à 966 t et 1 189 t, respectivement. À quelques exceptions près, au cours de la période de 1981 à 2017, la plupart des RP ont été débarqués par la flottille de pêche à engins fixes. En 2016 et en 2017, on a estimé que la flottille de pêche à engins fixes a débarqué 82 % et 96 %, respectivement, du total des prélèvements de RP (figure 3). En général, plus de 90 % des RP débarqués par la flottille de pêche à engins fixes l'ont été au cours de la saison de pêche du printemps, tandis que la plupart (> 75 %) des RP débarqués par la flottille de pêche à engins mobiles l'ont été pendant la saison de pêche d'automne (figure 3).

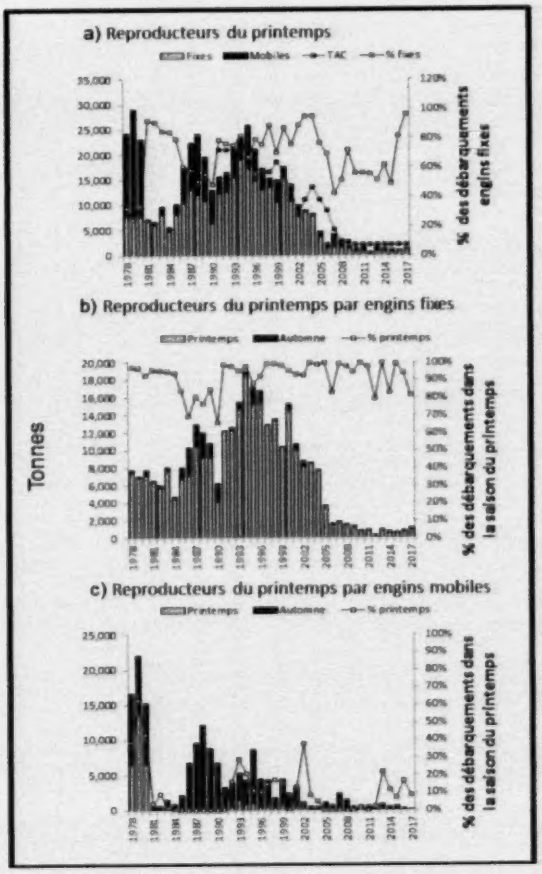

Figure 3. Estimation des débarquements (en tonnes) de la composante des reproducteurs de printemps (RP) provenant du sud du golfe du Saint-Laurent entre 1978 et 2017. Le graphique du haut montre l'estimation des débarquements par type d'engin et la proportion des débarquements attribuée à la flottille de pêche à engins fixes. Le graphique du haut montre également les TAC visant les RP (symboles rouges) de 1991 à 2017. Le graphique du centre montre l'estimation des débarquements de RP par la flottille de pêche à engins fixes pratiquée pendant la saison de pêche de printemps et la saison de pêche d'automne, ainsi que la proportion de RP qui ont été débarqués au cours de la saison de pêche du printemps. Le graphique du bas présente l'estimation des débarquements de RP par la flottille de pêche à engins mobiles au cours de la saison de pêche de printemps et de la saison de pêche de l'automne, ainsi que la proportion de RP qui ont été débarqués pendant la saison de pêche du printemps. En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données pour 2016 et 2017 sont préliminaires.

Prises selon l'âge et poids selon l'âge

La classe d'âge dominante des prises de RP en 2016 était de 7 ans et de 5 ans en 2017, ce qui correspond à la cohorte de 2009 et de 2012, respectivement (figure 4).

Le poids moyen selon l'âge des RP capturés au moyen d'engins mobiles ou fixes pendant la saison de pêche du printemps a diminué depuis le début des années 1990 dans le cas de la pêche à engins mobiles et depuis le milieu des années 1980 pour la pêche à engins fixes.

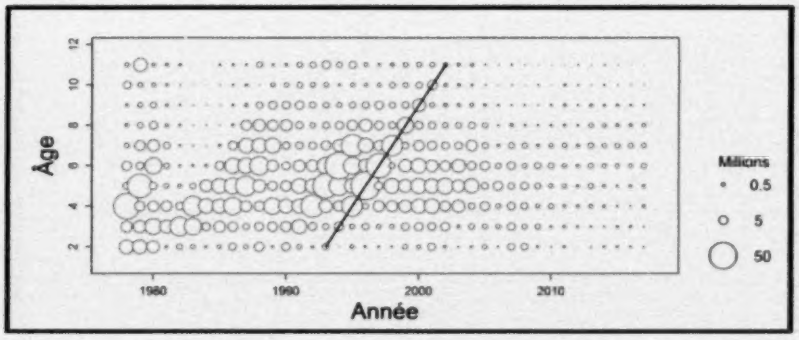

Figure 4. Prises selon l'âge de harengs, composante de reproducteurs de printemps, du sud du golfe du Saint-Laurent, tous engins confondus, entre 1978 et 2017. La taille des bulles est proportionnelle au nombre de prises par âge et par année. La diagonale représente la classe d'âge forte la plus récente (1991).

Le poids à l'âge moyen des RP capturés par les engins fixes et mobiles durant la saison de pêche du printemps a diminué depuis les années 1990 pour les engins mobiles, et depuis le milieu des années 1980 pour les engins fixes (figure 5).

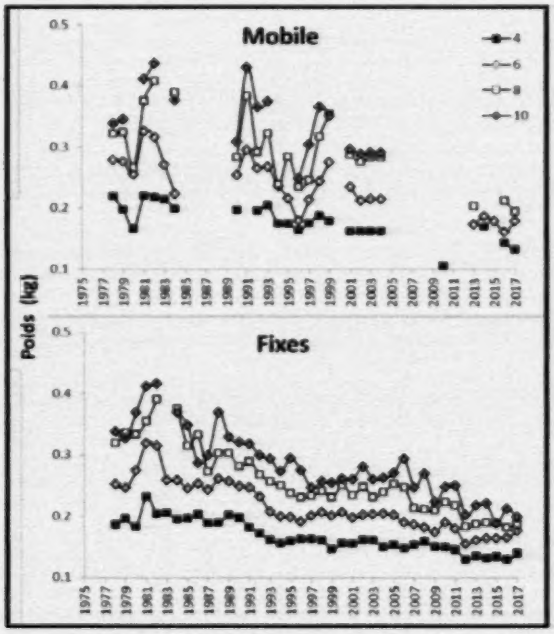

Figure 5. Poids (kg) moyen selon l'âge de harengs, composante de reproducteurs de printemps, âgés de 4, 6, 8 et 10 ans, échantillonnés à partir des prises de la saison de pêche du printemps au moyen d'engins mobiles (graphique du haut) et au moyen d'engins commerciaux fixes (graphique du bas) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, entre 1978 et 2017.

Composante des reproducteurs d'automne (RA)

Le TAC pour la composante des reproducteurs d'automne est établi pour l'unité de stock de la division 4T. L'estimation préliminaire des débarquements de RA pour 2016 et 2017 était de

24 677 t et de 20 523 t, respectivement (figure 6). Le TAC pour 2016 ainsi que pour 2017 était de 35 000 t.

À quelques exceptions près, on estime qu'entre 1978 et 2017, la majorité des RA ont été débarqués par la flottille de pêche à engins fixes. En 2016 et en 2017, on a estimé que la flottille de pêche à engins fixes a débarqué 94 % et 95 %, respectivement, du total des prélèvements de RA (figure 6). La majorité (généralement près de 100 %) des RA capturés par des engins fixes ont été débarqués pendant la saison de pêche d'automne. La flottille de pêche à engins mobiles a débarqué diverses quantités de RA à l'automne, de 31 % et 45 % durant 2016 et 2017 (figure 6).

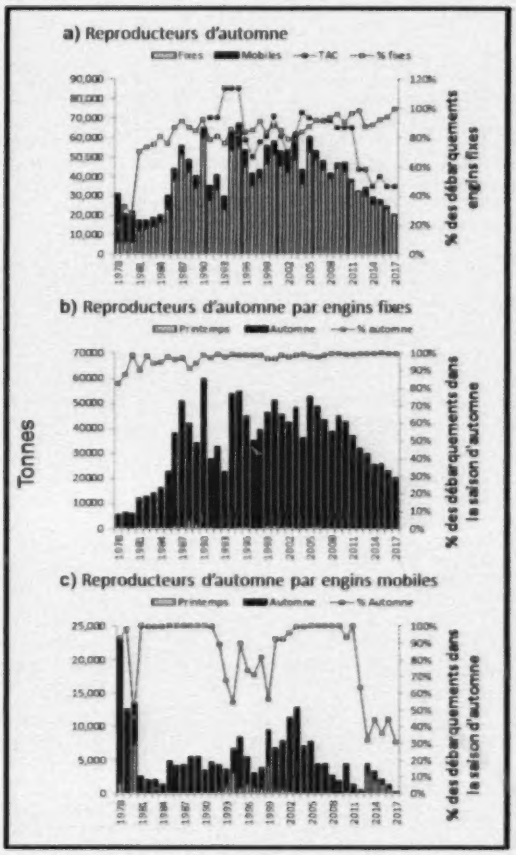

Figure 6. Estimation des débarquements (en tonnes) de hareng, composante de reproducteurs d'automne (RA), provenant du sud du golfe du Saint-Laurent entre 1978 et 2017. Le graphique du haut montre l'estimation des débarquements par type d'engin et la proportion des débarquements attribuée à la flottille de pêche à engins fixes. Le graphique du haut montre également les TAC visant les RA (symboles rouges) de 1991 à 2017. Le graphique du centre montre l'estimation des débarquements de RA par la flottille de pêche à engins fixes au cours de la saison de pêche de printemps et de la saison de pêche d'automne, ainsi que la proportion de RA qui ont été débarqués pendant la saison de pêche de l'automne. Le graphique du bas indique l'estimation des débarquements de RA par la flottille de pêche à engins mobiles qui ont eu lieu pendant les saisons de pêche de printemps et d'automne, ainsi que la proportion de RA qui ont été débarqués au cours de la saison de pêche de l'automne. En ce qui concerne les débarquements par saison, les débarquements dans la division 4Vn de l'OPANO ont été attribués à la saison de pêche d'automne. Les données pour 2016 et 2017 sont préliminaires.

Prises selon l'âge et poids selon l'âge

Les prises selon l'âge ont été compilées par région et par année. Les prises par la flottille de pêche à engins fixes ont été attribuées à la région de capture. Les prises par la flottille de pêche à engins mobiles dans la division 4T ont été attribuées à la région la plus proche du lieu de capture. Les prises effectuées dans la sous-division 4Vn de l'OPANO par les pêches à la senne en hiver (avant 1999) ont été attribuées à chaque région en fonction des autres prises de chaque région au cours de la même année.

Les matrices des prises selon l'âge et du poids selon l'âge des composantes des reproducteurs d'automne de la division 4T comprennent les prises effectuées par les flottilles à engins fixes et mobiles. Elles ont été calculées à partir de clés âge-longueur et de relations longueur-poids déterminées à partir d'échantillons de chaque région et saison de pêche.

Les prises selon l'âge par région qui ont été utilisées pour l'ajustement du modèle initial pour les deux types d'engins combinés sont présentées à la figure 7. Pour les RA, l'âge dominant était de 6 et 7 ans en 2016 et en 2017, ce qui correspond à la cohorte de l'année 2010. Les prises de hareng d'âges plus jeunes (moins de 6 ans) ont récemment diminué dans les pêches, ce qui est conforme aux changements estimés dans la sélectivité pour la flottille de pêche à engins fixes.

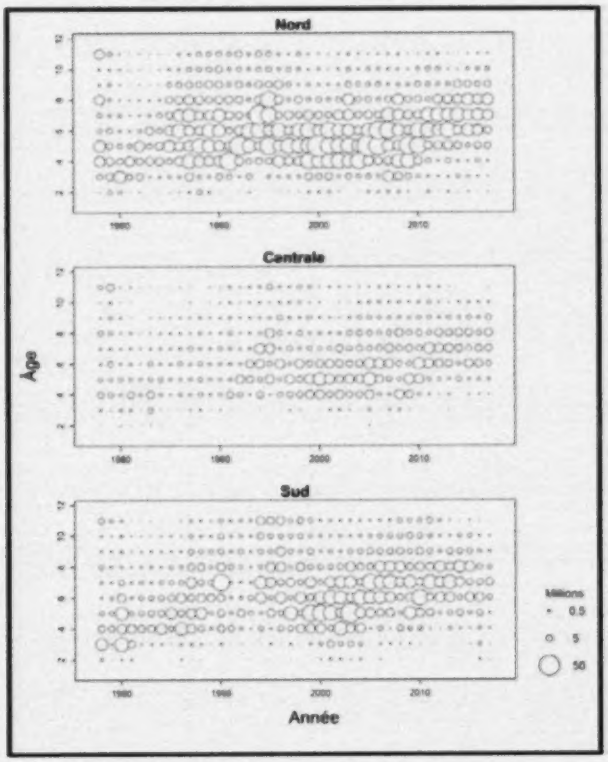

Figure 7. Graphiques à bulles des prises (nombre) selon l'âge de harengs, composante de reproducteurs d'automne, par région dans le sud du golfe du Saint-Laurent, par les flottilles à engins mobiles et à engins fixes combinées, de 1978 à 2017. La taille des bulles est proportionnelle au nombre de poissons dans les prises selon l'âge et l'année. Les valeurs indiquées pour l'âge 11 ans représentent les prises pour les âges 11 ans et plus.

Les poids moyens selon l'âge des RA capturés au moyen d'engins fixes et d'engins mobiles ont diminué presque continuellement depuis 1978 à 2011 et ont demeuré à ces niveaux bas depuis (figure 8). Les poids moyens inférieurs ont une incidence sur l'estimation de la biomasse du stock lorsque les données chiffrées sont converties en poids.

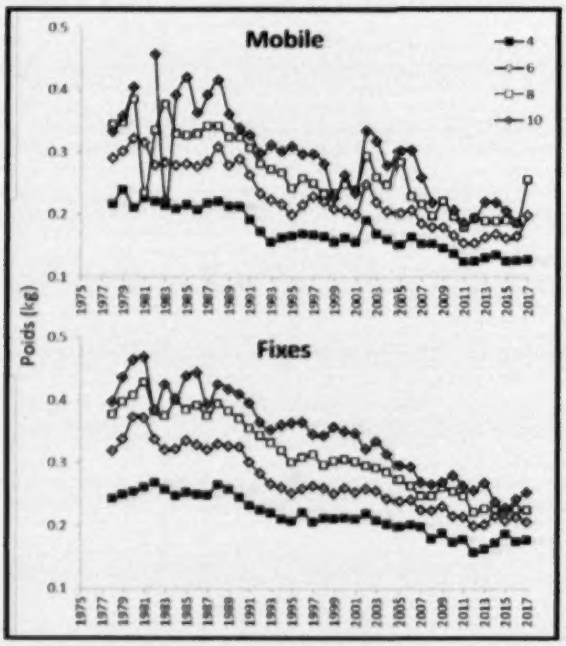

Figure 8. Poids (kg) moyen selon l'âge de harengs, composante de reproducteurs d'automne, âgés de 4, 6, 8 et 10 ans, échantillonnés à partir des prises de la saison de pêche d'automne au moyen d'engins mobiles (graphique du haut) et des prises au moyen d'engins fixes (graphique du bas) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, entre 1978 et 2017.

ÉVALUATION

Les RP et les RA de la division 4T de l'OPANO sont considérés comme des stocks distincts et sont évalués séparément. Les évaluations de l'abondance sont effectuées à l'aide des modèles d'analyse de la population virtuelle (APV) fondés sur les prises selon l'âge et sur les indices dépendants de la pêche et indépendants de la pêche selon l'âge. Le TAC de la pêche et, de ce fait, l'avis sur le TAC sont présentés dans ce document pour les composantes des reproducteurs de printemps et d'automne séparément et à l'échelle de l'ensemble du sud du golfe du Saint-Laurent.

Indices de l'abondance

Sondage téléphonique

Un sondage téléphonique a été effectué chaque année depuis 1986 afin de recueillir des renseignements sur la pêche à engins fixes et des opinions sur les tendances relatives à l'abondance. Les réponses au sondage téléphonique comprennent de l'information sur l'effort de pêche, en ce qui concerne le nombre de filets, le nombre de levés et la taille du maillage utilisé. Ces données servent à calculer les indices de prises par unité d'effort (CPUE) de la pêche commerciale et à modéliser la sélectivité relative de la pêche à engins fixes dans le modèle d'évaluation des reproducteurs d'automne. L'opinion sur l'abondance relative n'est pas

utilisée comme indice dans le modèle de population. Dans l'ensemble, les pêcheurs estimaient que l'abondance est demeurée similaire à la dernière évaluation. Pour la pêche d'automne, les pêcheurs sondés étaient d'opinions que l'abondance avait diminué dans toutes les régions.

Relevé acoustique indépendant des pêches (RP et RA)

Un relevé acoustique annuel indépendant de la pêche est réalisé depuis 1991 pour évaluer les concentrations de hareng au début de l'automne (septembre et octobre) dans le sGSL. La zone du relevé annuel standard se situe dans la zone 4Tmno (16B figure 1) où le hareng de la division 4T se rassemble à l'automne.

En 2015, 2016, et 2017, l'indice de la biomasse dans les relevés acoustiques pour les groupes de frai combinés était de 169 635 t, 73 977 t, et 69 023 t, respectivement. Selon les échantillons biologiques, on estimait que les biomasses de 2015 à 2017 étaient constituées à 19 % de reproducteurs de printemps et à 81 % de reproducteurs d'automne.

Des indices acoustiques désagrégés pour les âges de 4 à 8 ans sont élaborés pour la composante des reproducteurs de printemps. En ce qui concerne les reproducteurs d'automne, le relevé acoustique offre un indice utile de l'abondance des harengs recrutés aux âges de 2 et 3 ans seulement.

Captures commerciales par unité d'effort (CPUE) dépendantes de la pêche (RP et RA)

Les données sur l'effort et les prises par engins fixes ont été utilisées pour calculer les indices désagrégés par âges de l'abondance des reproducteurs de printemps et d'automne, exprimés sous la forme de captures par unité d'effort (CPUE). Les indices de CPUE sont définis comme étant les prises en kg par filet-levé par sortie. Les indices CPUE spécifiques à l'âge pour les âges de 4 à 10 ans sont utilisés dans les évaluations des stocks de reproducteurs de printemps et de reproducteurs d'automne. Dans le cas des reproducteurs de printemps, un indice est établi pour l'ensemble du sGSL. Dans le cas des reproducteurs d'automne, les indices sont établis pour les régions Nord, Centrale et Sud individuellement.

Indices indépendants de la pêche, filets maillants expérimentaux (RA)

Les prises au moyen des filets expérimentaux sont utilisées pour estimer la sélectivité relative par différentes tailles de mailles des filets, et pour produire des indices d'abondance désagrégés par âge et par région qui servent d'intrants au modèle d'évaluation pour la composante des reproducteurs d'automne.

Au cours de la saison de pêche d'automne, les pêcheurs ont utilisé, plus ou moins chaque semaine, des filets expérimentaux constitués de mailles de différentes tailles. Chaque filet maillant expérimental comptait cinq panneaux de mailles de tailles différentes, sur un ensemble de sept tailles possibles allant de 2 po à 2 po et ¾, par intervalle de ⅛ po. Tous les filets avaient des panneaux dont les mailles mesuraient 2 po et ½, 2 po et ⅝ et 2 po et ¾, et deux tailles de mailles inférieures qui variaient selon les pêcheurs. Les filets ont été placés sur les lieux de pêche pendant la pêche commerciale. L'indice est normalisé pour une heure d'immersion, soit la durée de pêche ciblée dans le protocole.

Indice indépendant de la pêche, relevé au chalut de fond de septembre (RA)

Cet indice, établi à l'échelle du sGSL, est utilisé pour modéliser la population de reproducteurs d'automne. Le relevé multi-espèces au chalut de fond, qui est réalisé chaque année en septembre depuis 1971, fournit des renseignements sur l'abondance et la répartition du hareng dans la zone 4T dans l'ensemble du sGSL. Depuis 1994, l'échantillonnage des prises de hareng est effectué pour désagréger les prises selon les groupes de reproducteurs et l'âge. Les données permettant de distinguer les groupes de reproducteurs et l'âge étaient disponibles pour la période de 1994 à 2017 aux fins de la présente évaluation.

Composante de reproducteurs de printemps (RP)

Indices d'abondance

Relevé acoustique

Le relevé acoustique fournit des indices d'abondance des reproducteurs de printemps (en nombre) pour les âges de 4 à 8 ans, entre 1994 et 2017 (figure 9). L'indice combiné a atteint un sommet au milieu des années 1990 pour ensuite diminuer et demeurer à des niveaux faibles au cours des années 2000.

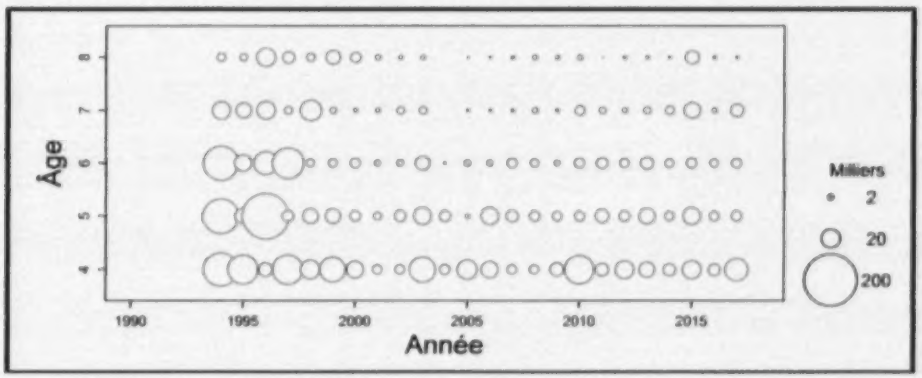

Figure 9. Graphique à bulles de l'abondance selon l'âge (nombre) de hareng pour les âges de 4 à 8 ans, composante de reproducteurs de printemps, selon le relevé acoustique indépendant de la pêche du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1994 à 2017.

Captures par unité d'effort dans la pêche commerciale à engins fixes

L'indice CPUE des RP affiche une cohérence interne, car l'abondance des cohortes est corrélée d'une année à l'autre, comme le montre l'exemple sur la séquence des prises de la cohorte de l'année 1988 (âgé de 4 ans en 1992, 5 ans en 1993 ; figure 10). On constate des diminutions des CPUE de poissons plus jeunes et des augmentations des CPUE de poissons plus âgés depuis 2011 (figure 10).

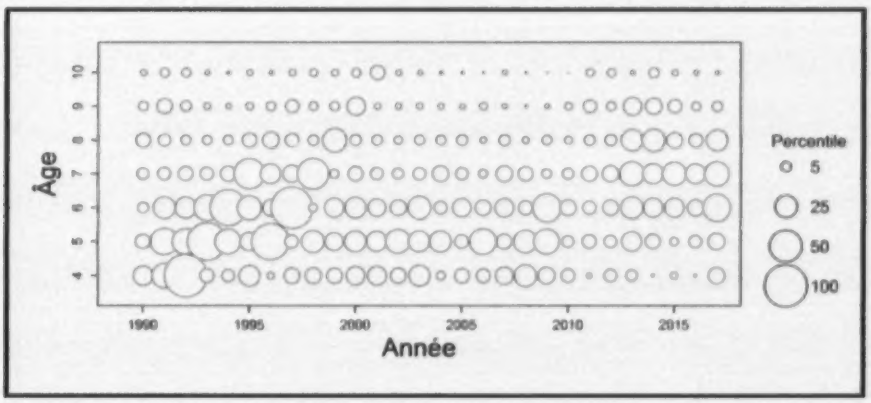

Figure 10. Graphique à bulles des valeurs de CPUE (nombre par filet-levé par sortie) de harengs, composante de reproducteurs de printemps, selon l'âge par les engins fixes dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2017. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur maximale de l'indice de CPUE.

Modèle de population

Pour la plus récente évaluation (Swain 2016), le paramètre de capturabilité a été modifié afin de le laisser varier dans le temps. Ce paramètre a été incorporé au modèle d'analyse de population virtuel (APV) afin de minimiser les résidus et les tendances rétrospectives. Les indices dépendants de la pêche sont une composante importante de l'évaluation. Les indices tels que les PUE des filets maillants commerciaux pourraient ne pas être proportionnels à l'abondance en raison des changements dans la capturabilité au fil du temps. Par exemple, les taux de capture peuvent rester élevés malgré la diminution de l'abondance (augmentation de la capturabilité) due à une contraction de la distribution du stock et au ciblage des agrégations par les flottes de pêche, ainsi qu'à l'amélioration des techniques et des pratiques de pêche.

Les intrants du modèle de population incluent un taux de mortalité naturelle fixé à 0,2 pour tous les âges, les captures à l'âge pour les âges 2 à 11+ (en nombre de poissons capturés), les CPUE pour les âges 4 à 10 (de 1990 à 2017, en nombre de poissons capturés) et un indice d'abondance provenant du relevé acoustique d'automne pour les âges 4 à 8. La capturabilité dans les pêches, définie comme la proportion du stock prélevé par une unité d'effort, était en moyenne de 0,006 dans les années 1990. De 2007 à 2017, elle a augmenté et atteint un sommet de 0,032 (figure 11).

Il a été démontré que pour divers stocks, incluant le hareng, la capturabilité augmente lorsque la taille de la population diminue (Winters et Wheeler 1985) pour des raisons qui comprennent :

- La zone occupée par le stock diminue généralement avec la taille du stock et, comme les pêcheurs ciblent les bancs de poissons (p. ex., les bancs de reproducteurs en frai), on s'attend à ce que la proportion du stock retirée par unité d'effort augmente.
- Pour la pêche au filet maillant, la saturation des filets lorsque l'abondance est élevée peut également contribuer à réduire la capturabilité lorsque la taille de la population est grande.

Indépendamment des changements dans la biomasse du stock reproducteur, la capturabilité peut augmenter au fil du temps en raison des améliorations technologiques et des changements dans les tactiques de pêche. D'autres facteurs peuvent provoquer des baisses de la capturabilité, par exemple, les changements apportés aux mesures de gestion de la pêche de printemps depuis 2010. Ces mesures incluent notamment la fermeture de certaines zones de frai et l'obligation de mettre les engins à l'eau au plus tard à 18 h et de ne pas les remonter avant 4 h le lendemain (empêchant le ciblage des bancs de harengs pendant la nuit).

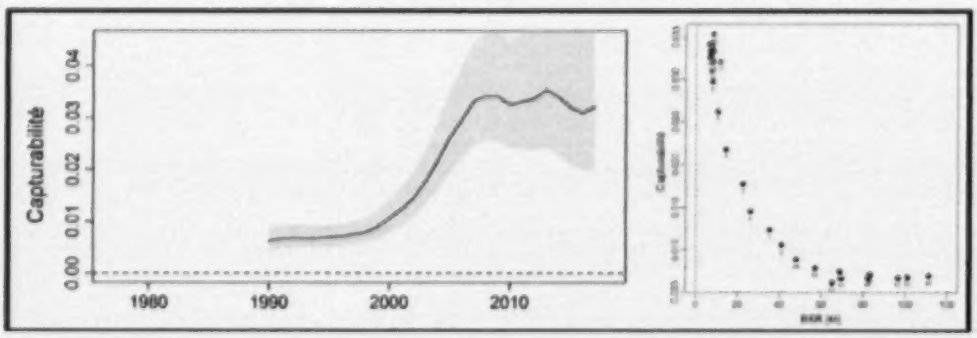

Figure 11. Capturabilité estimée de harengs reproducteurs de printemps pleinement recrutés pour l'indice de CPUE (graphique de gauche) et capturabilité des harengs reproducteurs de printemps pleinement recrutés dans la pêche au filet maillant par rapport à la biomasse du stock (graphique de droite). Dans le graphique de gauche, la ligne indique les estimations médianes, et la zone ombragée représente les intervalles de confiance à 95 %.

Révision du point de référence limite

Le point de référence limite (PRL) pour le hareng de 4T est $B_{recover}$, qui correspond à la biomasse la plus faible de laquelle le stock a pu rapidement se rétablir. La valeur choisie est la moyenne des biomasses du stock reproducteur (BSR) les plus faibles estimées durant les années 1980 à 1983 (MPO 2005). Par conséquent, cette valeur est dépendante du modèle. Si le modèle change, la biomasse du stock peut être réévaluée à la hausse ou à la baisse. Avec le changement de modèle en 2016 (MPO 2016), il y a eu un léger changement dans les biomasses estimées pour les années 1980. Ainsi, le PRL a été révisé à 19 250 t, légèrement inférieur à l'ancienne valeur de 22 000 t.

Biomasse du stock reproducteur et taux d'exploitation

Les estimations de la biomasse du stock reproducteur (BSR) (âge 4+) au début de l'année 2017 et de l'année 2018 étaient 11 744 t (intervalle de confiance de 95% 6 463 – 28 171) et 12 446 t (95% IC : 6418 – 30 365), respectivement, des augmentations par rapport à celles des années 2015 et 2016. Toutefois, le stock demeure dans la zone critique de l'Approche de Précaution (figure 12). L'estimation de la BSR au début de l'année 2018 est équivalente à 65% de la valeur du PRL. Les probabilités que la BSR prédite par le modèle se retrouve au-dessus du PRL au début de 2017 et de 2018 étaient de moins de 11% et 15%, respectivement (figure12).

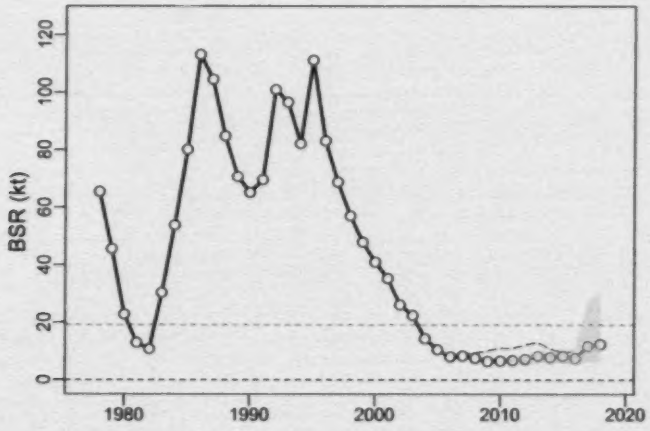

Figure 12. Estimation de la biomasse du stock reproducteur (BSR) de harengs, composante de reproducteurs de printemps, dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Les cercles indiquent les estimations de la probabilité maximale, tandis que la ligne pleine représente la médiane de l'estimation selon la méthode de Chaînes Markov de Monte Carlo (CMMC) et l'ombrage montre son intervalle de confiance de 95 %. La ligne horizontale rouge pointillée est le point de référence limite (19 250 t de la BSR). La ligne bleue pointillée illustre les estimations de la biomasse du stock reproducteur issues de l'évaluation de 2016 (MPO 2016).

Le taux de mortalité par la pêche estimé était élevé en 1980 et au cours de la plupart des années entre 2000 et 2011 (figure 13). En 2012, le taux était inférieur au taux de mortalité référence $F_{0.1}$ (F = 0,35), atteignant un minimum à 0,19 (taux d'exploitation annuel de 0,16) et est demeuré en-dessous de $F_{0.1}$ pour les années subséquentes, à l'exception de 2013. Le taux moyen de mortalité par la pêche pour 2015 à 2017 est de 0,24 (taux d'exploitation annuel de 0,21).

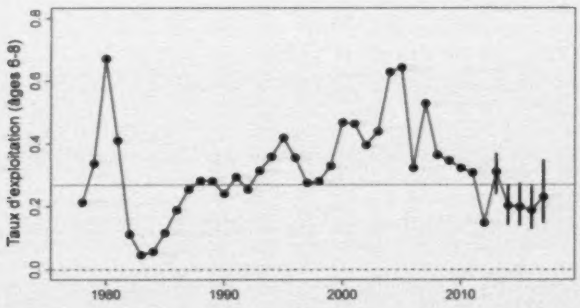

Figure 13. Taux d'exploitation annuel des harengs, composante de reproducteurs de printemps, âgés de 6 à 8 ans dans le sud du golfe du Saint-Laurent pour les années 1978 à 2017. Les cercles indiquent les estimations médianes et les lignes verticales, leurs intervalles de confiance à 95 %. La ligne horizontale rouge représente le taux d'exploitation annuel référence (0,209 qui est équivalent à F = 0,35) correspondant à $F_{0,1}$.

Recrutement et taux de recrutement

Les taux de recrutement (nombre de recrues divisé par la BSR qui les a produites) étaient élevés au début des années 1980 (figure 14). Ils ont beaucoup diminués depuis, bien que des périodes où le taux de recrutement était modérément élevé, ont été observées à la fin des années 1980, au début des années 1990, et entre 2005 et 2011. Le taux de recrutement était faible en 2012 et très élevé en 2013, malgré un intervalle de confiance très élevé pour cette dernière année. Les abondances estimées des harengs de quatre ans au début de l'année 2017 et de 2018 étaient plus élevées que depuis 2015 (figure 14). L'abondance des harengs de quatre ans au début de l'année 2018 dépend de l'hypothèse du taux de recrutement de cette cohorte, présumé être la moyenne du taux de recrutement des cinq cohortes précédentes. Les taux de recrutement et leurs incertitudes varient entre ces cinq cohortes ce qui entraine une incertitude très élevée de l'abondance de l'âge 4 en 2018. Si le taux de recrutement de la cohorte de 2013 était plutôt faible, comme celui de la cohorte précédente de 2012, l'abondance de l'âge 4 en 2018 serait plutôt similaire à la faible valeur de l'année de 2016.

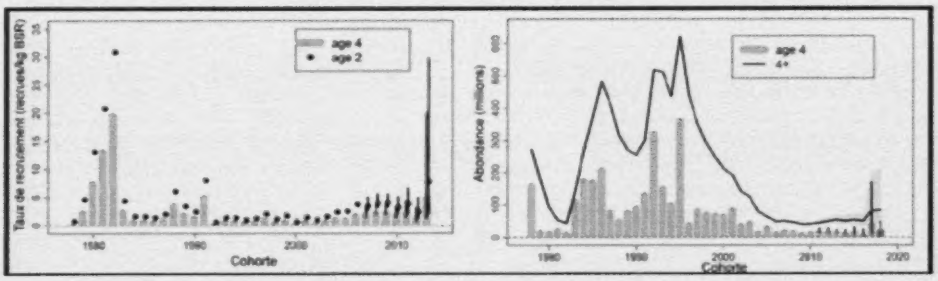

Figure 14. Taux de recrutement à 2 ans (cercles) et à 4 ans (barres) des harengs, composante de reproducteurs de printemps, pour les cohortes de 1978 à 2013 (graphique de gauche). Les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 95 %. Abondances estimées des harengs de 4 ans (barres bleues) et de 4 ans et plus (ligne) en début d'année pour la composante de reproducteurs de printemps dans le sud du golfe du Saint-Laurent (graphique de droite). Les barres et la ligne représentent l'estimation médiane, tandis que les lignes verticales et la zone ombragée indiquent l'intervalle de confiance à 95 %. L'abondance de hareng âgé de 4 ans en 2018 (barre rouge) a été estimée en supposant que le taux de recrutement pour cette cohorte correspondait à la moyenne des taux des cinq cohortes précédentes.

L'abondance estimée des reproducteurs (4 ans et plus) en 2017 était de 82,9 millions de harengs (figure 14; médiane de 80,2 millions avec intervalles de confiance à 95 % de 42,3 à 206,5 millions), soit environ 20 % de l'abondance moyenne des reproducteurs de 4 ans et plus durant les années de 1985 à 1995.

Prévisions

Le modèle de population a servi à fournir prévisions des abondances jusqu'au début de l'année 2020 et au début de 2027, ici 10 ans. Ces prévisions tiennent compte des incertitudes quant aux estimations de l'abondance selon l'âge au début de l'année 2018, au poids selon l'âge, au recrutement partiel à la pêche, et au taux de recrutement (pour estimer l'abondance des individus de deux à quatre ans). Elles ont été réalisées à sept niveaux de prises annuelles (de 0 à 3 000 tonnes par tranches de 500 tonnes) et pour le même niveau de prises pour les saisons de pêche 2018 et 2019. Les prévisions dépendent grandement des taux de recrutements. À cause du recrutement hautement variable des dernières années, les prévisions ont été élaborées sous trois différents scénarios de recrutement pour la période de prévision : (1) taux de recrutement élevé (cohortes de 2007 à 2012), (2) taux de recrutement faible (cohortes de 1999 à 2005), (3) taux de recrutement mélangé (cohortes de 1999 à 2012).

On s'attend à ce que la biomasse du stock reproducteur augmente légèrement si les prises annuelles sont de 0 ou 500 tonnes, qu'elle se stabilise si les prises annuelles sont de 1 000 tonnes, mais qu'elle diminue si les prises sont de 1 500 tonnes ou plus (figure 15). Toutefois, l'incertitude est élevée. La probabilité d'une augmentation de la biomasse du stock reproducteur entre le début de 2018 et le début de 2020 est de 80 % à 0 t de prise, 49 % à 1 000 t de prise et 11 % à 2 500 t de prises sous le scénario de recrutement élevé. Pour les scénarios de recrutement mélangé et faible, les probabilités que la BSR augmentent en absence de pêches (0 t de prise) sont de 58 % et 39 %, respectivement (figure15).

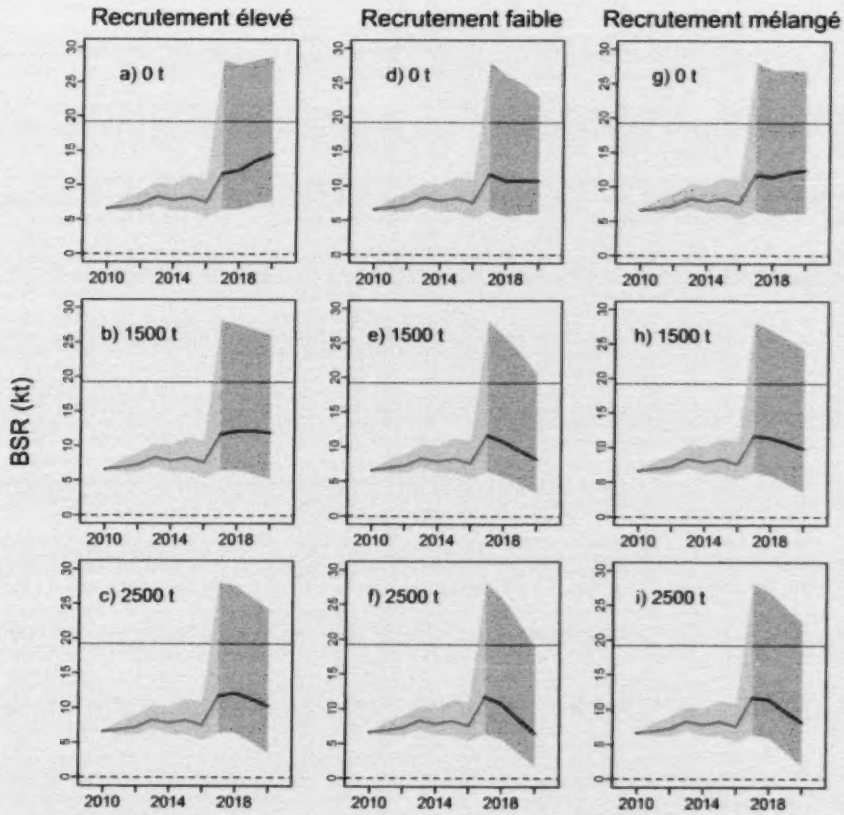

Figure 15. Biomasse prévue du stock reproducteur (BSR, kt) de hareng de printemps sous différents scénarios de taux de recrutement pour différents niveaux de prises en 2018 et 2019. Les lignes montrent les estimations médianes de la biomasse du stock reproducteur en début d'année, et la zone ombragée indique les intervalles de confiance à 95 % pour ces estimations (selon les simulations de CMMC). Les lignes noires et les zones ombragées grises indiquent la période historique et les lignes et zones ombragées bleues les années des projections. La ligne horizontale rouge représente la valeur de la BSR qui correspondant au point de référence limite (PRL = 19,2 kt).

Analyse des risques des options de prises

Pour tous les niveaux de prise (incluant les prises nulles) et pour tous les scénarios de recrutement, il y a peu de chance que la BSR soit supérieure au PRL au début de l'année 2020 (20 % à des prises de 0 t, 8 % à des prises de 2 500 t pour le scénario de taux de recrutement élevé ; 6 % à des prises de 0 t et 2 % à des prises de 2 500 t pour le scénario de taux de recrutement faible ; tableau 1). En 2027, la probabilité d'une biomasse supérieure au PRL est plus favorable (> 50 %) pour le scénario de taux de recrutement élevé et à des niveaux de basses prises (<1 500 t). Cependant, même à des prises nulles (0 t), le scénario de recrutement bas n'offre qu'une probabilité faible de 13 % d'une BSR supérieure au PRL (tableau 1).

Même en absence de prises et à un taux de recrutement élevé, il n'y a aucune chance que la BSR atteigne ou surpasse le point de référence supérieur du stock (PRS) en 2020. Sans aucune prise (0 t) et sous le scénario de taux de recrutement élevé, la probabilité d'obtenir une BSR supérieure au PRS en 2027 est de 11%. Sous le scénario de taux de recrutement faible, la probabilité est nulle (tableau 1).

À des taux de recrutement faible, la probabilité que le taux de mortalité par pêche (*F*) des individus âgés de 6 à 8 ans en 2019 soit supérieur au niveau de référence ($F_{0.1}$ = 0.35) est nulle à des prises de 1 000 t ou moins, augmente à 9 % à des prises de 1 500 t ,et s'élève à 57 % avec des prises 2 500 t.

Depuis 2009, le TAC a été fixé à 2 000 t annuellement. À un niveau de prises de 2 000 t, la probabilité d'une augmentation de la BSR varie de 0 % (scénario de recrutement faible) à 19 % (scénario de recrutement élevé). En outre, à 2 000 t de prises, la probabilité de dépasser le PRL est au maximum de 10 %. Pour 2027, la probabilité de dépasser le PRL à 2 000 t varie de 2 % (taux de recrutement faible) à 38 % (taux de recrutement élevé). À 2 000 t, la probabilité d'atteindre le PRS en 2027 n'est pas mieux de 4% (tableau 1).

Tableau 1. Tableau d'analyse du risque pour des différents niveaux de prises fixes en 2018, 2019 et allant jusqu'en 2027 pour le hareng reproducteurs de printemps du sud du golfe du Saint-Laurent. Les probabilités (%) que la biomasse du stock reproducteur (BSR) de printemps augmente, qu'elle soit inférieure au point de référence limite (PRL, c.-à-d. dans la zone critique), qu'elle soit supérieure au point de référence supérieur (PRS, c.-à-d. dans la zone saine), et que le taux de mortalité par pêche pour les individus entièrement recrutés (F_{6-8}) soit supérieur à $F_{0.1}$ sont présentées pour trois scénarios de taux de recrutement : A) scénario de taux de recrutement élevé (cohortes de 2007 à 2012), B) scénario de taux de recrutement faible (cohortes de 1999 à 2005), et C) scénario de taux de recrutement mélangé (cohortes de 1999 à 2012). nc signifie non-considéré.

			Option de prises (t)						
Scénario	État du stock	Année	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
A	Augmentation	2018	91 %	80 %	63 %	44 %	28 %	16 %	nc
	de la BSR	2019	80 %	66 %	49 %	32 %	19 %	11 %	nc
	BSR > PRL	2019	16 %	15 %	13 %	12 %	11 %	10 %	nc
		2020	20 %	17 %	14 %	11 %	10 %	8 %	nc
		2027	87 %	76 %	63 %	50 %	38 %	29 %	21 %
	BSR > PRS	2019	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2020	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2027	11 %	9 %	6 %	5 %	4 %	3 %	2 %
	F_{6-8} > 0,35	2018	0 %	0 %	0 %	4 %	22 %	48 %	71 %
		2019	0 %	0 %	0 %	3 %	18 %	39 %	60 %
		2027	0 %	0 %	1 %	10 %	30 %	51 %	69 %
B	Augmentation	2018	53 %	25 %	8 %	1 %	0 %	0 %	nc
	de la BSR	2019	39 %	18 %	5 %	1 %	0 %	0 %	nc
	BSR > PRL	2019	7 %	6 %	6 %	5 %	5 %	5 %	nc
		2020	6 %	5 %	4 %	3 %	3 %	2 %	nc
		2027	13 %	7 %	4 %	3 %	2 %	1 %	1 %
	BSR > PRS	2019	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2020	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2027	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	F_{6-8} > 0,35	2018	0 %	0 %	0 %	6 %	31 %	58 %	78 %
		2019	0 %	0 %	0 %	9 %	33 %	57 %	74 %
		2027	0 %	0 %	29 %	73 %	91 %	96 %	98 %
C	Augmentation	2018	68 %	52 %	37 %	23 %	13 %	7 %	nc
	de la BSR	2019	58 %	43 %	28 %	17 %	10 %	5 %	nc
	BSR > PRL	2019	11 %	10 %	9 %	8 %	7 %	7 %	nc
		2020	12 %	10 %	8 %	7 %	6 %	5 %	nc
		2027	54 %	40 %	28 %	19 %	12 %	9 %	6 %
	BSR > PRS	2019	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2020	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	nc
		2027	2 %	1 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %
	F_{6-8} > 0,35	2018	0 %	0 %	0 %	5 %	26 %	53 %	75 %
		2019	0 %	0 %	0 %	6 %	26 %	49 %	68 %
		2027	0 %	0 %	7 %	35 %	62 %	79 %	90 %

Composante des reproducteurs d'automne (RA)

L'évaluation du hareng, composante des reproducteurs d'automne (RA), porte sur trois régions (Nord, Centrale, Sud) qui couvrent l'ensemble de la zone 4T et qui représentent trois populations indépendantes. Les régions sont définies sur la base des frayères et des zones de pêche traditionnelles : Nord (Gaspé et Miscou; 4Tmnopq), Centrale (Escuminac-Richibucto et l'ouest de l'Île-du-Prince-Édouard; 4Tkl) et Sud (l'est de l'Île-du-Prince-Édouard et Pictou; 4Tfghj) (figure 16). Le choix des trois régions repose sur la proximité géographique des frayères et représente la plus petite échelle du niveau de désagrégation qui peut être utilisée avec les données disponibles.

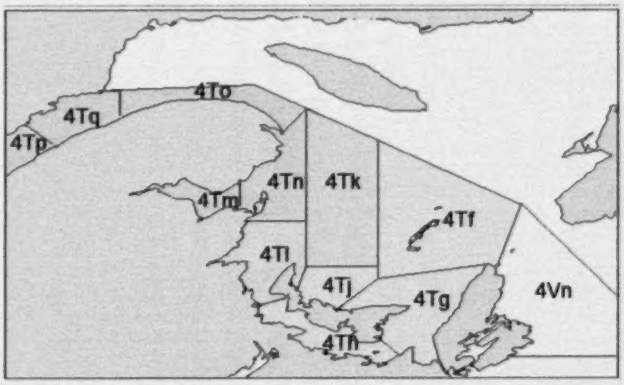

Figure 16. Correspondance entre les zones de pêche du hareng et les trois groupes régionaux (par couleur) utilisés dans l'évaluation du hareng, composante de reproducteurs d'automne, du sud du golfe duSaint-Laurent. Les zones de pêche de chaque région sont décrites dans le texte ci-dessus.

Indices de l'abondance

Relevé acoustique

Pour le modèle d'évaluation des harengs RA, le relevé acoustique offre un indice utile de l'abondance des harengs recrutés (2 et 3 ans) pour toute l'unité de stock de la zone 4T (LeBlanc et al. 2015). Il n'est toutefois pas considéré comme un indice utile pour les harengs plus âgés, car il est limité à une petite portion du sGSL à un moment où ceux-ci fraient dans tout le sud du golfe. L'indice pour les harengs âgés de trois ans était relativement élevé en 2015, avec des indices plus faibles pour les deux classes d'âge en 2016 et 2017 (figure 17).

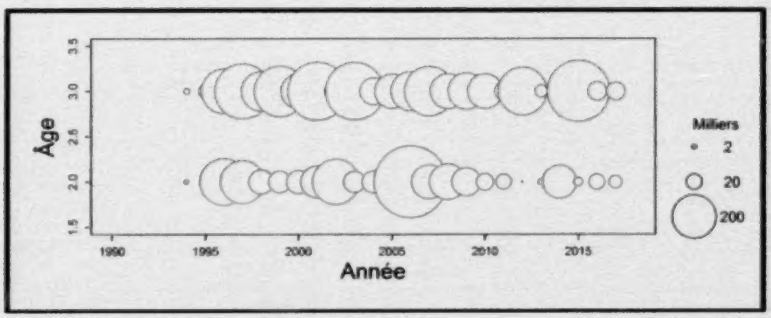

Figure 17. Graphique à bulles de l'indice d'abondance de hareng, composante de reproducteurs d'automne, de 2 et 3 ans selon le relevé acoustique indépendant de la pêche du sud du golfe du Saint-Laurent, 1994 à 2017.

Captures par unité d'effort pour la pêche commerciale à engins fixes

On constate une diminution des CPUE pour les harengs RA plus jeunes et une augmentation pour les harengs RA plus âgés (figure 18). Dans la région Nord, les indices des CPUE étaient moins élevés en 2016 et 2017 pour les poissons âgés de 6 à 8 ans que le CPUE des récentes années. Des CPUE dans la région Centrale étaient plus élevées en 2016 qu'en 2017. Dans la région Sud, les prises en 2017 étaient plus élevées qu'en 2016 mais les valeurs pour ces deux années étaient plus faibles que celles des années antérieures.

Dans la région Nord et Centrale, les prises étaient principalement constituées de harengs RA âgés de 6 et 7 ans en 2016, et de 7 et 8 ans en 2017 (cohortes de 2009 et 2010). Les CPUE en 2016 et 2017 étaient surtout des harengs de 7 et 8 ans respectivement (cohorte de 2009).

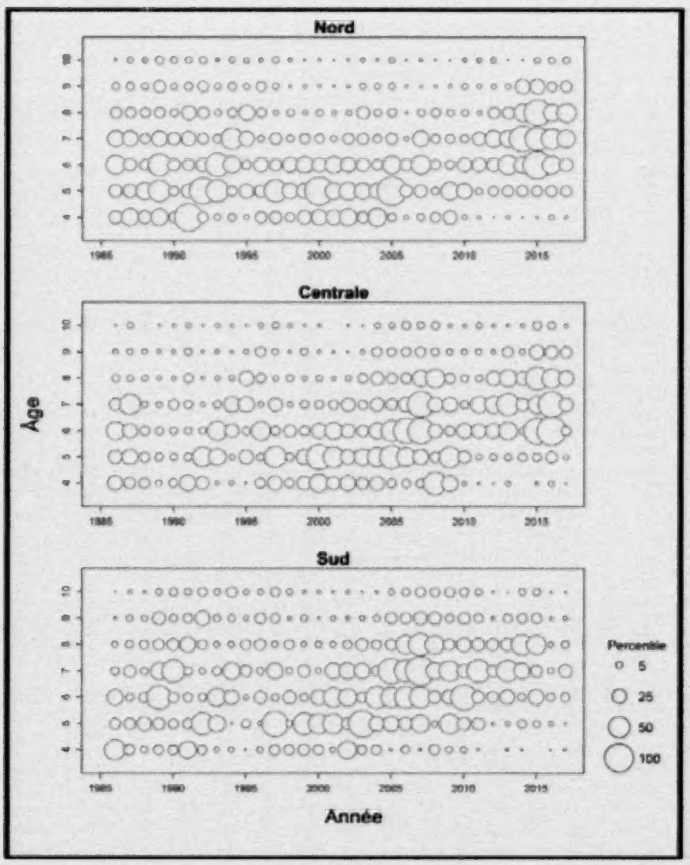

Figure 18. Captures par unité d'effort pour les engins fixes (nombre de harengs par filet par sortie) pour les harengs, composante de reproducteurs d'automne, en fonction de l'âge et de la région (graphique du haut : Nord; graphique du milieu : Centrale; et graphique du bas : Sud) du sud du golfe du Saint-Laurent, 1986 à 2017. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur de l'indice des CPUE.

Indices de la pêche expérimentale au filet maillant

Les indices de la pêche expérimentale au filet maillant semblent indiquer une augmentation du nombre de jeunes harengs (2 à 4 ans) jusqu'en 2009, suivie d'un déclin. Dans le cas des poissons plus âgés (5 à 9 ans), les prises ont augmenté sur les années de 2010 à 2017 dans les trois régions (figure 19).

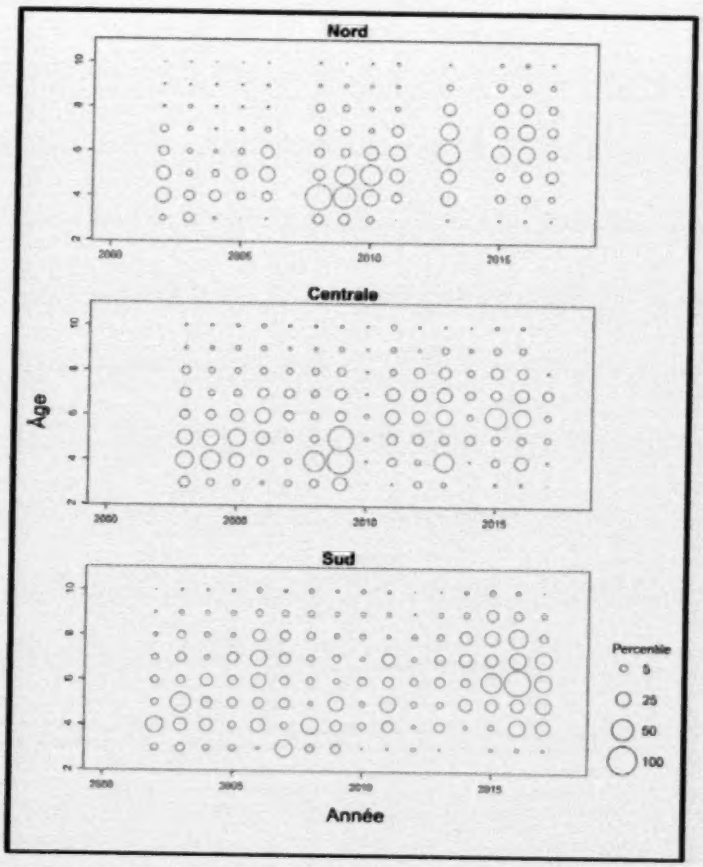

Figure 19. Graphiques à bulles des prises (nombre) de harengs, composante de reproducteurs d'automne, selon l'âge dans le cadre de la pêche expérimentale au filet maillant par région (graphique du haut : Nord; graphique du milieu : Centrale; et graphique du bas : Sud) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, de 2002 à 2017. La taille des bulles est proportionnelle à la valeur de l'indice.

Relevé indépendant de la pêche effectué au chalut de fond en septembre

L'indice indique une tendance à la hausse pour les harengs de 4 ans à partir du milieu des années 1990 jusqu'en 2011, et une abondance généralement plus élevée de harengs de 6 ans dans les années 2000 par rapport aux années 1990 (figure 20).

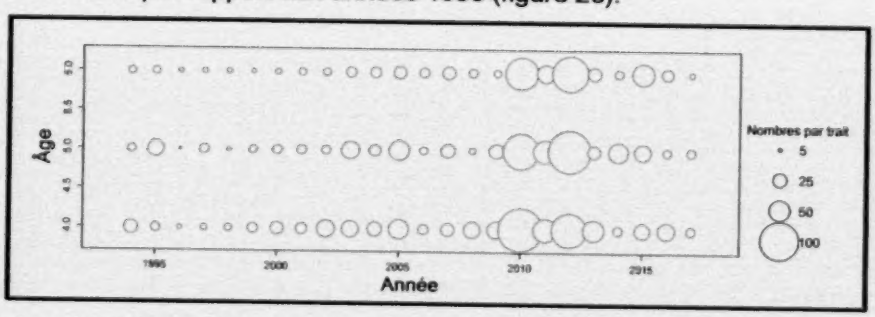

Figure 20. Indice d'abondance de harengs de 4 à 6 ans (nombre de poissons par trait normalisé), composante de reproducteurs d'automne, du relevé plurispécifique au chalut de fond du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1994 à 2017.

Modèle de population

Une analyse de population virtuelle (APV), telle que décrite dans MPO (2015), a été réalisée pour trois régions, puis les données ont été regroupées pour estimer l'abondance globale des harengs reproducteurs d'automne dans la division 4T de l'OPANO. Le taux de mortalité naturelle à tous les âges et dans toutes les régions a été fixé à 0,2. Les données utilisées étaient les prises de harengs âgés de 2 à 11 ans et plus (nombre), les CPUE pour les harengs âgés de 4 à 10 ans entre 1986 et 2017, les taux de captures selon l'âge dans les filets expérimentaux (3 à 9 ou 10 ans; 2002 ou 2003 à 2017; indices manquants pour certaines années dans certaines régions), les indices d'abondance des harengs âgés de 2 et 3 ans selon les relevés acoustiques d'automne (1994 à 2017), et les indices d'abondances de harengs de 4 à 6 ans selon les relevés plurispécifiques au chalut de fond effectués en septembre. Des données distinctes sur les prises selon l'âge, les CPUE des filets maillants commerciaux et les taux de captures dans les filets expérimentaux ont été calculées pour chacune des trois régions. Les indices des relevés acoustiques et au chalut de fond ont été considérés comme des indices de l'abondance pour la somme de harengs dans les trois régions.

Parmi les autres données utilisées, mentionnons la proportion de filets maillants ayant des mailles de 2 po et $^{5}/_{8}$ dans chaque région et selon l'année (figure 21), ainsi que la sélectivité relative dans la pêche au filet maillant selon l'âge, l'année et le maillage (figure 22). En raison des changements relatifs à la taille selon l'âge au fil du temps, les sélectivités relatives pour les deux principaux maillages des filets maillants utilisés pour la pêche aux engins fixes ont également changé. En général, elles ont diminué au cours de la série chronologique pour les harengs de 4 à 6 ans, et ont diminué depuis la fin des années 1990 pour les harengs de 8 et 10 ans pour les filets de maillage de 2 po et ¾ (figure 20).

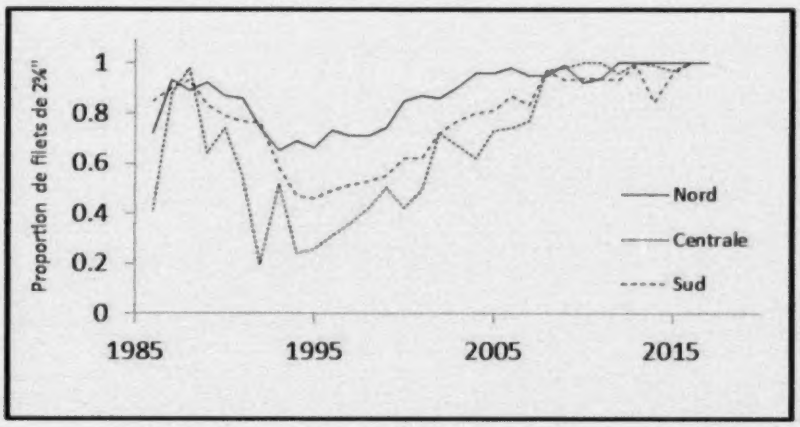

Figure 21. Variations par régions et par années de la proportion de filets maillants dans les pêches à engins fixes d'automne dans le sud du golfe du Saint-Laurent, ayant des mailles de 2 po et $^{5}/_{8}$, pour les années 1986 à 2017. On présume que tous les autres filets utilisés ont des mailles de 2 po et ¾.

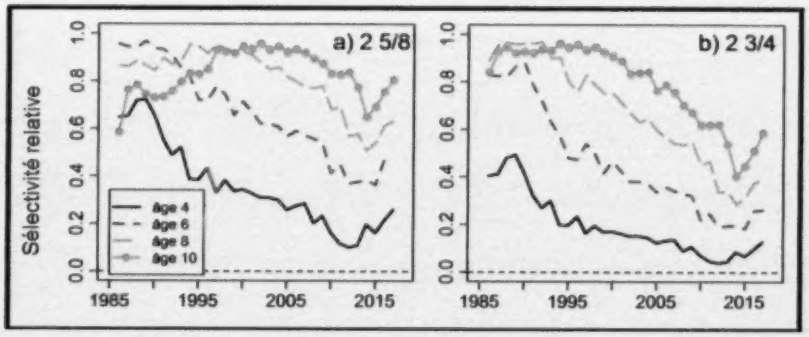

Figure 22. Changements sur le plan de la sélectivité relative pour les harengs âgés de 4, 6, 8 et 10 ans, composante de reproducteurs d'automne, en fonction des filets maillants ayant des mailles de 2 po et $^{5}/_{8}$ (graphique de gauche) ou de 2 po et ¾ (graphique de droite) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, pour les années 1986 à 2017.

Tout comme en 2016 (MPO 2016), la correspondance des prévisions aux observations est adéquate. Il n'y avait pas de blocs de résidus importants pour les CPUE commerciales. La correspondance avec les CPUE était assez bonne, et les valeurs prévues concordaient avec les tendances générales des indices. Des tendances rétrospectives étaient présentes, mais négligeables pour la région Centrale et plus marquées pour la région Nord, mais pas de manière uniforme.

Les changements estimés pour la capturabilité (q) au moyen de filets maillants variaient selon les régions (figure 23). Elle était la plus faible dans la région Nord, où elle a peu varié au fil du temps. La capturabilité dans la région Sud a augmenté au fil des années, principalement entre 1995 et 2010 mais a diminué récemment. La capturabilité estimée était la plus élevée dans la région Centrale sauf pour une brève période durant le milieu des années 2000.

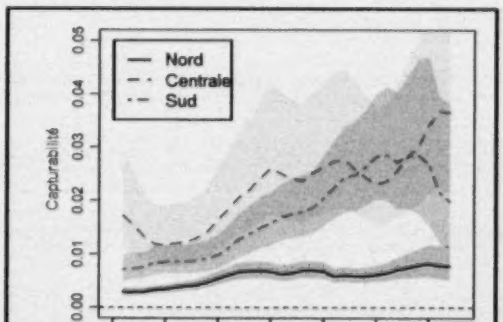

Figure 23. Capturabilité (q) estimée pour harengs, composante de reproducteurs d'automne, pleinement recrutés aux engins fixes de la pêche d'automne dans les trois régions (Nord, Centrale et Sud) du sud du golfe du Saint-Laurent, de 1986 à 2017.

On s'attendrait à ce que la capturabilité change au fil du temps pour plusieurs raisons, notamment une relation souvent inverse entre la capturabilité et l'effectif de la population, ainsi que les progrès sur le plan de la technologie et des tactiques de pêche. La variation de la valeur q dans les régions Centrale et Sud était indépendante des variations de la biomasse du stock, ce qui donne à penser que son augmentation dans ces deux régions était en bonne partie attribuable aux progrès technologiques et aux changements relatifs aux tactiques de pêche.

Révision du Point de Référence Limite

Le point de référence limite (PRL) pour le hareng de 4T est $B_{recover}$, qui correspond à la biomasse la plus faible de laquelle le stock a pu rapidement se rétablir. La valeur choisie est la moyenne des biomasses du stock reproducteur (BSR) les plus faibles estimées durant les années 1980 à 1983 (MPO 2005). Par conséquent, cette valeur est dépendante du modèle. Si le modèle change, la biomasse du stock peut être réévaluée à la hausse ou à la baisse. Avec le changement de modèle, considéré en 2015, il y a eu un léger changement dans la biomasse dans les années 1980. Ainsi, le PRL a été révisé à 58 000 t, légèrement inférieur à l'ancienne valeur de 51 000 t.

Biomasse du stock reproducteur et taux d'exploitation

La biomasse estimée du stock reproducteur dans la région Nord était élevée du milieu des années 1980 jusqu'au début des années 1990. Elle a ensuite atteint un niveau intermédiaire du milieu des années 1990 à la fin des années 2000 (figure 24). La biomasse estimée du stock reproducteur dans cette région a considérablement diminué durant 2012 à 2018, avec l'estimation médiane atteignant les plus bas niveaux estimés depuis le début des années 1980. Dans la région Centrale, la biomasse estimée du stock reproducteur a augmenté graduellement entre 1980 et la fin des années 2000, mais a chuté d'environ 60 % entre 2009 et 2018. La biomasse du stock reproducteur dans la région Sud est demeurée à un niveau relativement élevé du milieu des années 1980 à la fin des années 2000. Toutefois, elle a diminué durant 2009 à 2015. En 2016, la biomasse estimée a augmentée dans la région Sud, mais l'incertitude associée est élevée. Si l'on regroupe les trois régions, l'estimation médiane de la biomasse totale du stock reproducteur au début de 2018 s'établissait à 112 000 tonnes. Les probabilités que la biomasse soit inférieure au point de référence supérieur de 172 000 tonnes au début de 2017 et de 2018 sont respectivement de 98 % et de 97 % (figure 24).

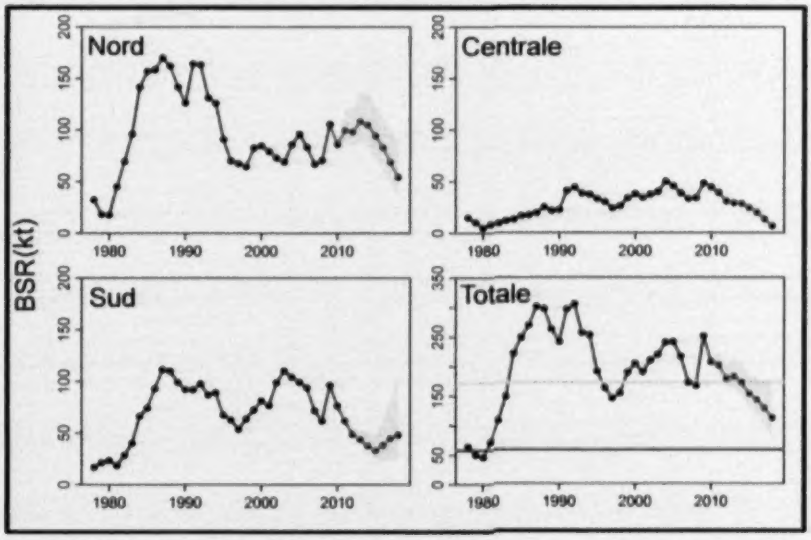

Figure 24. Biomasse du stock reproducteur (BSR) estimée de hareng, composante de reproducteurs d'automne, par région et pour l'ensemble du sud du golfe du Saint-Laurent, au début de l'année de 1978 à 2018. Dans chaque panneau, la ligne et les cercles indiquent les estimations médianes, et les zones ombragées leurs intervalles de confiance de 95 %. Dans le graphique inférieur à droit pour l'ensemble du sud du golfe du Saint-Laurent, la ligne horizontale jaune représente le point de référence supérieur (PRS), et la ligne horizontale rouge le point de référence limite (PRL).

La valeur estimée de la mortalité par la pêche (*F* chez les individus âgés de 5 à 10 ans) a diminué, atteignant un niveau relativement faible dans la région Nord (0,22 en 2017), mais est restée plus élevée dans les régions Centrale et Sud jusqu'à 2017 (figure 25). Dans la région Centrale, *F* a augmenté à 0,95 en 2017, et a baissé à 0,10 en 2017 dans la région Sud (figure 25). En règle générale, le taux moyen de mortalité par pêche chez les individus âgés de 5 à 10 ans dans les trois régions (pondéré selon l'abondance des individus de 5 à10 ans dans chaque région) était supérieur à $F_{0,1}$ (le taux de référence pour la pêche dans la zone saine) durant 1994 à 2011, à l'exception de 2004, et a diminué depuis 2012 pour atteindre le plus bas niveau en 2016 (F = 0,18; figure 25). La probabilité que le taux *F* global pour les individus âgés de 5 à 10 ans ait été supérieur à $F_{0,1}$ en 2017 était de 20%.

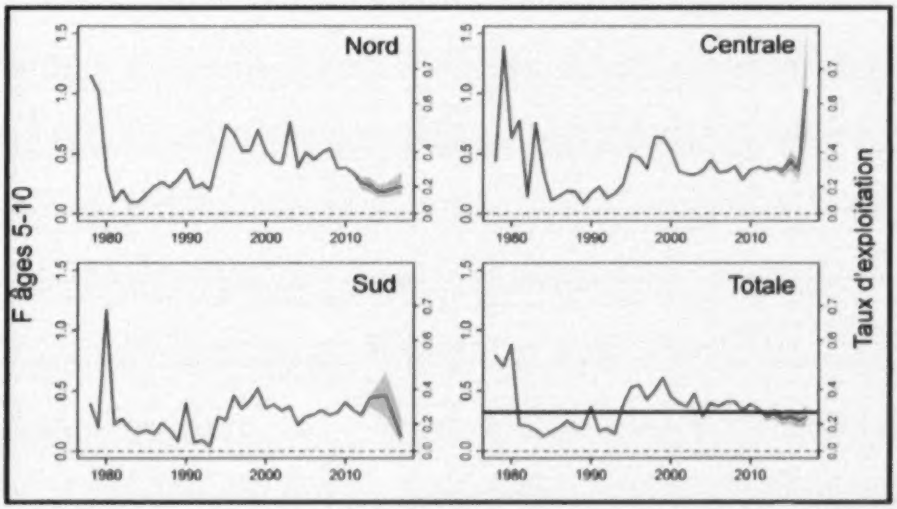

Figure 25. Valeur estimée de la mortalité par la pêche des individus âgés de 5 à 10 ans (F, axe de gauche; taux d'exploitation annuel, axe de droite) de harengs, composante de reproducteurs d'automne, par région et pour l'ensemble du sud du golfe du Saint-Laurent (moyennes des régions, pondérées selon l'abondance des individus âgés de 5 à 10 ans pour chaque région),pour les années 1978 à 2017. Les lignes indiquent les estimations médianes, et les zones ombragées les intervalles de confiance à 95 %. La ligne horizontale du graphique inférieur de droit indique le niveau de référence $F_{0,1}$ (F = 0,32, soit un taux d'exploitation annuel de 27 %) pour la zone saine.

Recrutement et taux de recrutement

Les trois estimations les plus récentes du taux de recrutement (cohortes de 2012 à 2014, abondance des recrues divisée par la biomasse du stock reproducteur (BSR) qui les produit) se sont situées parmi les plus faibles observées dans les régions Nord et Centrale. Dans la région Sud, les taux de recrutement pour ces cohortes ont été moyens, mais avec une grande incertitude reliée à ces valeurs (figure 26). Pour les trois régions confondues, les taux globaux de recrutement des cohortes de 2012 à 2014 se situent parmi les plus bas observés.

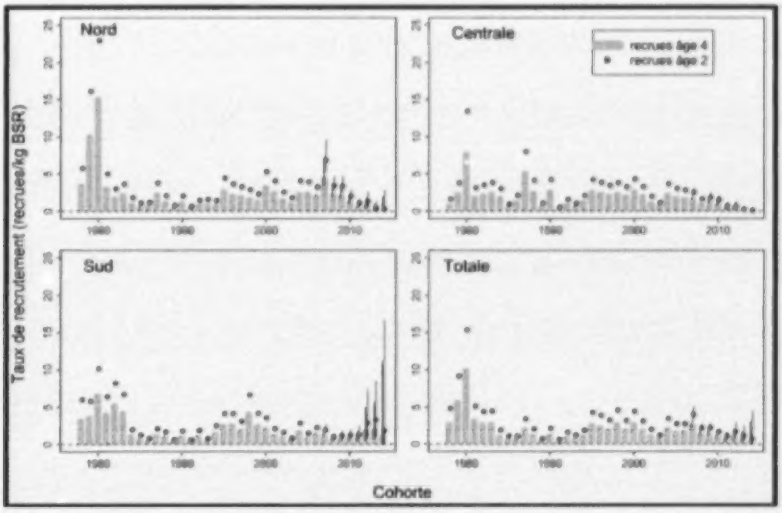

Figure 26. Estimation des taux de recrutement des individus âgés de 2 ans (cercles) et de 4 ans (barres) pour les harengs, composante de reproducteurs d'automne, par région et pour l'ensemble (Totale) du sud du golfe du Saint-Laurent, pour les cohortes de 1978 à 2014. Les lignes verticales représentent les intervalles de confiance à 95 %.

Les abondances estimées de harengs RA âgés de quatre ans et plus ont diminué depuis 2013 et 2009 dans les régions Nord et Centrale, respectivement (figure 27). Pour la région Sud, l'abondance a diminué de 2004 à 2015 (figure 27) Cela reflète, en grande partie, des réductions du recrutement des harengs de quatre ans. Dans les trois régions, les estimations de l'abondance des harengs âgés de quatre ans pour les trois dernières années (2016 à 2018) figurent parmi les plus faibles et sont comparables aux faibles niveaux des estimations de la fin des années 1970.

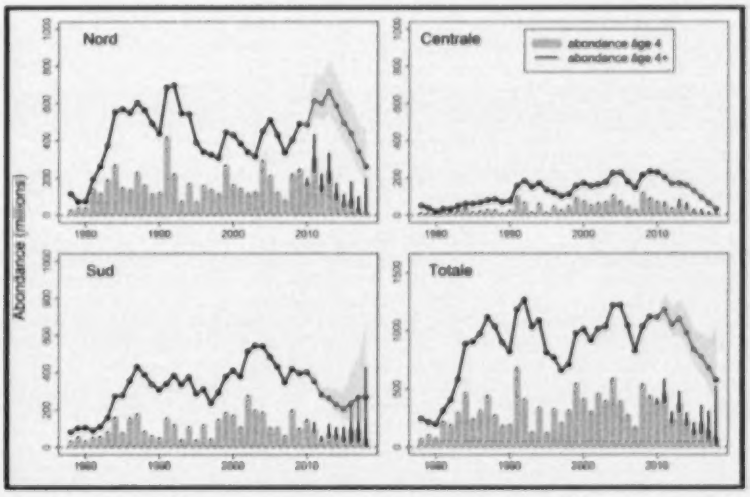

Figure 27. Estimation de l'abondance des harengs, composante de reproducteurs d'automne, âgés de quatre ans et plus, par région et pour l'ensemble (Totale) du sud du golfe du Saint-Laurent, au début de l'année de 1978 à 2018. La ligne et les cercles (individus de plus de quatre ans), et les barres (individus de quatre ans) indiquent les estimations médianes, alors que les zones ombragées ou les lignes verticales représentent les intervalles de confiance à 95 %.

Prévisions

Le total autorisé des captures (TAC) de la pêche pour la composante des reproducteurs d'automne est établi pour l'ensemble du stock de la division 4T de l'OPANO. Les modèles propres aux trois régions ont servi à établir des projections jusqu'au début de l'année 2020. Parmi les incertitudes incorporées dans les projections figurent celles des estimations de l'abondance selon l'âge au début de l'année 2018, les poids selon l'âge, le recrutement partiel à la pêche et les taux de recrutement (pour estimer l'abondance des individus de deux ans). Pour les trois régions confondues, on estime que la BSR médiane au début de 2020 sera inférieure au point de référence supérieur (PRS) à tous les niveaux de prises compris entre 10 000 et 50 000 tonnes (figure 28).

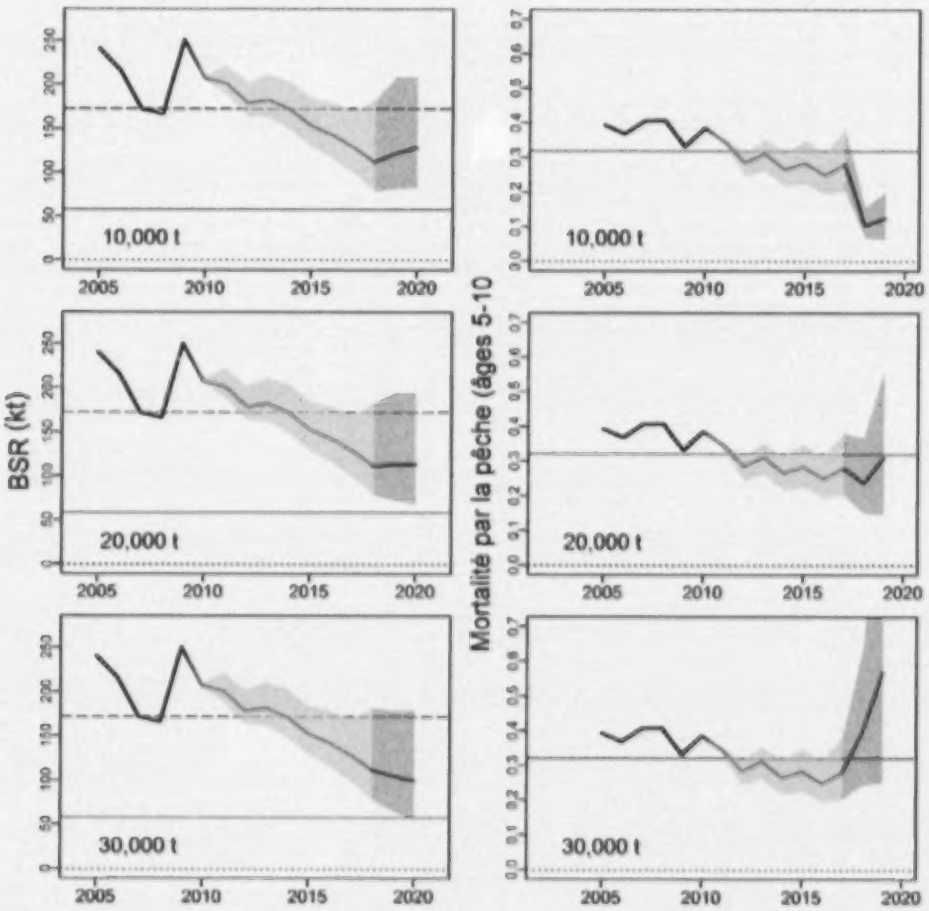

Figure 28. Les biomasses du stock reproducteur (BSR en kt) projetée (panneaux de gauche) et les taux prévus de mortalité par pêche (F) pour les âges 5 à 10 du hareng de l'Atlantique (géniteur d'automne) du sud du golfe du Saint-Laurent pour trois niveaux de capture en 2018 et en 2019. Les lignes indiquent les estimations médianes et les ombrages indiquent les intervalles de confiance à 95% de ces estimations (d'après l'échantillonnage CMMC). Le noir et le gris indiquent la période historique et le bleu la période de projection, respectivement. Dans les panneaux de gauche, la ligne pointillée bleue est le point de référence supérieur (PRS) et la ligne horizontale rouge est le point de référence limite (PRL). Dans les panneaux de droit, la ligne horizontale rouge est le niveau de référence du taux de prélèvement ($F_{0,1}$; F = 0,32).

Analyse de risque des options de prises

La probabilité que la BSR soit inférieure au PRS au début de 2020 augmente, passant de 90 % pour 10 000 t de prises à 99 % pour 50 000 t de prises. À un niveau de prises de 20 000 t (le niveau de 2017) en 2018 et en 2019, cette probabilité serait de 94 % (figure 29). À des niveaux de prises de 10 000 t à 20 000 t en 2018 et en 2019, la valeur médiane de la mortalité par la pêche (*F*) moyenne pondérées pour les âges 5 à 10 ans, pour toutes les régions est inférieure à 0,32, c.-à-d. la probabilité que le taux de mortalité de la pêche *F* soit supérieur à $F_{0,1}$ est < 50 %.

La probabilité que la BSR se situe dans la zone critique en 2020 passe de 0 % pour des prises de 10 000 t à 17 % pour des prises de 50 000 t. Une augmentation de 5 % de la BSR en 2020 est plausible seulement pour des niveaux de prises inférieurs à 16 000 t, alors qu'une diminution de la BSR est probable pour des prises de 24 000 t et plus.

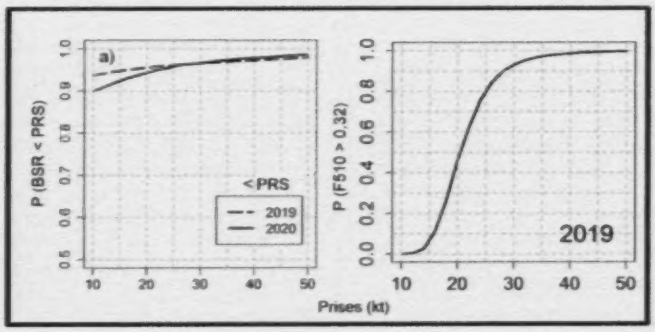

Figure 29. Analyse des risques des options de prises fixes annuelles en 2018 et en 2019 pour la pêche aux harengs, composante des reproducteurs d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent. Le graphique de gauche présente les probabilités que la BSR totale au début de 2019 et de 2020 soit inférieure au PRS. Le graphique de droite présente le profil de probabilité que F pour les individus de 5 à 10 ans en 2019 soit supérieur à F = 0,32 ($F_{0,1}$).

Sources d'incertitude

Les indices dépendant de la pêche, comme ceux des CPUE de la pêche commerciale au filet maillant, pourraient ne pas être proportionnels à l'abondance en raison des variations de la capturabilité au fil du temps. D'une part, les CPUE peuvent demeurer élevés malgré les diminutions de l'abondance (capturabilité accrue) attribuables à des réductions de la distribution des stocks, au ciblage des agrégations par les flottilles de pêche, ainsi qu'à l'amélioration des technologies et des pratiques de pêche. D'autre part, les limites par bateau, la saturation des filets en cas de forte abondance et la fermeture des zones principales de pêche, qui déplace l'effort de pêche vers d'autres endroits, peuvent avoir une incidence négative sur les taux de prise. Les taux de prise calculés sur la base des débarquements et des renseignements disponibles sur l'effort de pêche seraient également sujets à de tels effets. L'estimation de la variation de la capturabilité dans le temps dans les évaluations des RP et des RA tient compte de certains des effets indiqués ci-dessus.

Les calculs des CPUE de la pêche commerciale comportent également une part d'incertitude. Les estimations s'appuient sur des moyennes régionales saisonnières calculées à l'aide des données sur l'effort de pêche (nombre de filets, nombre de levés et longueur nette des filets maillants), obtenues par l'intermédiaire d'un sondage téléphonique et non au moyen des renseignements propres à chaque sortie. Par ailleurs, avant 2006, les sorties qui ne déclaraient pas de prises n'étaient pas comptablilisées; ces sorties sont par conséquent exclues des données sur l'effort. Aucun renseignement n'est recueilli sur la durée d'immersion des filets. Il existe également des incohérences potentielles dans les rapports sur les données relatives à

l'effort selon les régions et selon les saisons.

La nouvelle approche de modélisation tient compte de la dynamique des harengs reproducteurs d'automne dans les trois régions. La dynamique est modélisée indépendamment entre les régions en supposant que les populations sont fermées, c.-à-d. que la BSR de chaque région produit le recrutement et la BSR future de la région en question. Cette hypothèse audacieuse peut avoir des conséquences sur les estimations de l'abondance et de la dynamique propres à une région. Des preuves empiriques de la fidélité à la frayère ont été documentées chez les reproducteurs d'automne en s'appuyant sur des études de marquage. Cependant, les analyses élémentaires de la structure des otolithes n'ont pas permis de déceler des différences propres aux régions chez les reproducteurs d'automne alors qu'elles indiquaient des différences entre les reproducteurs de printemps et les reproducteurs d'automne dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Des analyses génétiques n'ont pas identifié de différences au niveau de la population entre les régions pour les RA.

Les poids selon l'âge des harengs ont diminué et demeurent près des niveaux les plus bas historiquement. Les causes de ces diminutions et leurs conséquences sur le taux de recrutement sont inconnues.

Les prises de harengs dans la pêche aux poissons-appâts ne sont actuellement pas prises en compte dans les évaluations des composantes des reproducteurs de printemps ou d'automne. Les prises réalisées dans ces pêches doivent être consignées dans les journaux de bord des pêcheurs, mais rares sont ceux qui respectent l'exigence de remplir ces journaux et de les fournir au MPO. Les prises de harengs dans la pêche de poissons-appâts devraient être beaucoup plus faibles que les débarquements de la pêche commerciale. Toutefois, cette mortalité non comptabilisée constitue une source d'incertitude dans la mortalité totale par pêche.

L'incertitude liée aux taux de recrutement pour les RP et RA entraîne une incertitude dans les prévisions puisque celles-ci sont fortement influencées par le taux de recrutement sélectionné pour la modélisation. Pour cette évaluation, plusieurs scénarios de recrutement pour l'évaluation de la pêche du printemps ont été utilisés afin de tenir compte de la variation des taux de recrutements entre les années. Pour l'évaluation de la pêche d'automne, un taux de recrutement intermédiaire a été utilisé, puisque les plus récents estimés du taux de recrutement étaient biaisées vers le bas, et entraîneraient des projections trop pessimistes.

Le modèle suppose que la mortalité naturelle était constante au fil du temps. Les modèles rétrospectifs des évaluations précédentes ont indiqué un changement dans la dynamique au fil du temps, qui pourrait être attribuable aux changements dans la capturabilité de l'indice de CPUE commerciale (q) ou de la mortalité naturelle (M). Un modèle incorporant un changement variant dans le temps de q plutôt que de M a résolu le problème de non-stationnarité. Cela ne signifie pas que M n'a pas changé, mais les données et informations actuelles utilisées dans le modèle ne résolvent que l'un ou l'autre de ces paramètres. Les recherches futures devraient également examiner si M a changé dans cet écosystème et quelles informations pourraient être utilisées pour incorporer cette dynamique dans le modèle de population.

Dans l'évaluation précédente, l'abondance des géniteurs d'automne était en déclin, l'estimation à la fin de 2015 se situant juste en dessous du PRS. Dans la présente évaluation, les médianes des estimations de 2014 et de 2015 sont inférieures au PRS. La tendance à la baisse s'est poursuivie jusqu'en 2018. Compte tenu de cette baisse du niveau absolu d'abondance par rapport à l'évaluation précédente, il est possible que les valeurs de biomasse actuelles du modèle soient surestimées. Cette surestimation de la biomasse entraînera une sous-estimation du risque de ne pas atteindre les objectifs de gestion définis pour différentes options de capture en 2018 et en 2019, bien que l'ampleur du biais ne soit pas connue.

CONCLUSIONS ET AVIS

Composante des reproducteurs de printemps

La trajectoire de la composante des reproducteurs de printemps par rapport à la biomasse du stock reproducteur et aux niveaux de la mortalité par pêche est représentée sur la figure 30. Le stock se situe dans la zone critique (BSR < PRL = 19 250 t) depuis 2004, et a subi des niveaux de mortalité par la pêche supérieure à $F_{0,1}$ jusqu'en 2010. Depuis 2010, la valeur de F a diminuée et est restée inférieure à $F_{0,1}$.

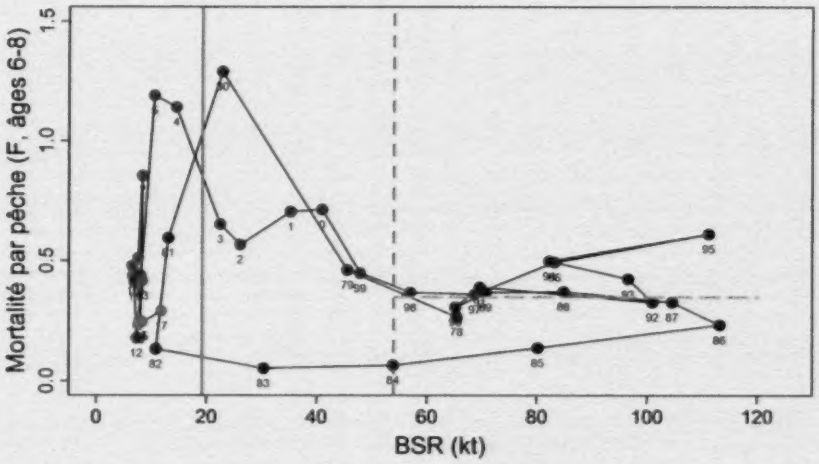

Figure 30. Trajectoire de hareng du sud du golfe du Saint-Laurent, composante de reproducteurs de printemps, par rapport à la biomasse du stock reproducteur (BSR, kt = 1 000 t) et aux taux de mortalité par pêche. La ligne verticale rouge continue représente le point de référence limite (PRL = 19 250 t), la ligne verticale verte en pointillés représente le point de référence supérieur (PRS = 54 000 t) et la ligne horizontale en pointillés situe la valeur de référence du taux d'exploitation ($F_{0,1}$ = 0,35). Les étiquettes des points indiquent les années (83 = 1983, 0 = 2000). Les couleurs vont du bleu pour les années 1970 et au début des années 1980, au rouge dans les années 2000.

La BSR au début de 2019 et de 2020 est prévue devrait augmenter légèrement à des prises annuelles de moins de 500 t, rester à peu près stable à des prises annuelles de 1 000 t, mais diminuer à des prises de 1 500 t ou plus. Cependant, l'incertitude dans la valeur de la BSR prédite est élevée. Même en absence de prélèvements de RP en 2018 et en 2019, on ne prévoit qu'une légère augmentation de la BSR et une probabilité très élevée (90%) que le stock demeurera dans la zone critique.

Durant les dernières années, la mortalité par la pêche du hareng RP a été estimée à 0,24, un niveau historiquement faible, mais toujours élevé pour un stock dans la zone critique. La mortalité par la pêche élevée et les diminutions du poids selon l'âge exacerbent également les réductions de la BSR.

Composante des reproducteurs d'automne

La figure 31 montre la trajectoire des RA, en ce qui concerne la biomasse du stock reproducteur et la mortalité par la pêche. L'estimation médiane de la BSR a historiquement généralement été dans la zone saine (BSR > PRS = 172 000 t), à quelques exceptions près. La mortalité par la pêche a généralement dépassé la référence du taux de prélèvement durant la période du milieu des années 1990 jusqu'en 2011, mais elle était inférieure au niveau de référence du début des

années 1980 au milieu des années 1990 et depuis 2011.

Les médianes des prévisions de la BSR au début de 2019 et de 2020 sont prévues être inférieures au PRS, c.-à-d. dans la zone de prudence, même pour des niveaux de prises de 10 000 t. À un niveau de prises de 20 000 t (le niveau de prises en 2017) en 2018 et en 2019, la probabilité que la BSR se situe dans la zone de prudence en 2020 était estimée à 94 % et la probabilité que le taux de mortalité par pêche soit supérieur à la référence du taux de prélèvement est estimée à 46 %.

La mortalité par la pêche pour le hareng RA est en moyenne 0,20 depuis 2012, soit un peu plus de la moitié du niveau de référence de prélèvement.

La diminution du recrutement à l'âge de 4 ans au cours des dernières années, résultant de la baisse des taux de recrutement, a contribué à la baisse de la BSR de ce stock. Les causes des faibles taux de recrutement de la composante du hareng RA sont inconnues. Les diminutions du poids selon l'âge exacerbent également les réductions de la BSR. La mortalité par la pêche supérieure à $F_{0,1}$ du milieu des années 1990 jusqu'à 2010 a également contribué à la diminution de la BSR.

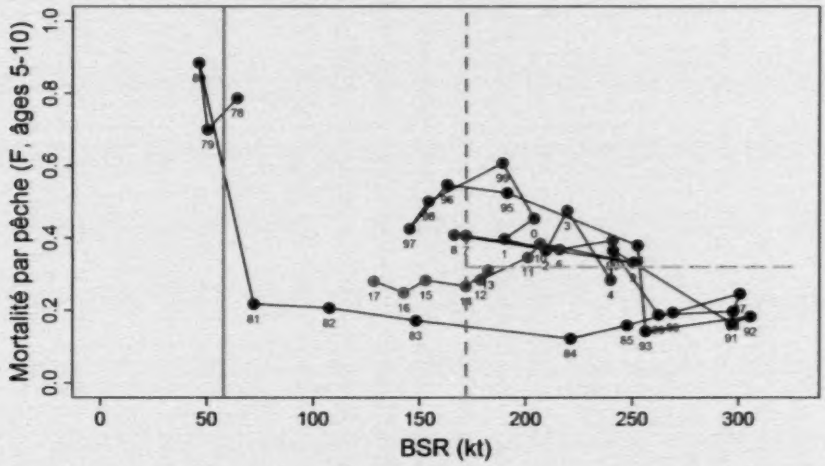

Figure 31. Trajectoire du hareng du sud du golfe du Saint-Laurent, composante de reproducteurs d'automne, par rapport à la biomasse du stock reproducteur (BSR, kt = 1 000 t) et aux niveaux de référence de la mortalité par pêche. La ligne verticale rouge continue représente le point de référence limite (PRL = 58 000 t), la ligne verte verticale en pointillés représente le point de référence supérieur (PRS = 172 000 t) et la ligne horizontale en pointillés situe la valeur de référence du taux d'exploitation ($F_{0,1}$ = 0,32). Les étiquettes des points indiquent les années (83 = 1983, 0 = 2000). Les couleurs vont du bleu pour les années 1970 et au début des années 1980, au rouge dans les années 2000.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique est fondé sur la réunion régionale d'examen scientifique par les pairs qui a eu lieu le 15 mars 2018, sur l'Évaluation de l'état du stock de hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T-4Vn de l'OPANO) jusqu'en 2017 et avis pour les pêches de 2018 et de 2019. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Bourne, C., Mowbray, F., Squires, B., and Croft, J. 2015. 2014 Assessment of Newfoundland East and South Coast Atlantic Herring (*Clupea harengus*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/055. v + 61 p.

LeBlanc, C.H., Mallet, A., Surette, T., et Swain, D. 2015. Évaluation des stocks de hareng atlantique (*Clupea harengus*) de la zone 4T de l'OPANO dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2015/025. vi + 147 p.

MPO. 2005. Hareng du sud du golfe du Saint-Laurent – niveaux de référence applicables à la biomasse du stock reproducteur. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/070.

MPO. 2007. Taille du hareng du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) à 50 % de maturité. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2007/019.

MPO. 2009. Un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution.

MPO. 2014. Évaluation du hareng de l'Atlantique dans le sud du golfe du Saint-Laurent (Div. 4t de l'OPANO) jusqu'à 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/040.

MPO. 2015. Mise à jour jusqu'en 2014 de l'évaluation de la composante des reproducteurs d'automne du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (division 4t de l'OPANO) et recommandations pour la pêche de 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2015/033.

MPO. 2016. Évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) et avis pour les pêches de 2016 et de 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/036.

McDermid, J.L., Mallet, A., and Surette, T. 2016. Fishery performance and status indicators for the assessment of the NAFO Division 4T southern Gulf of St. Lawrence Atlantic herring (*Clupea harengus*) to 2014 and 2015. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/060. ix + 62 p.

Melvin, G.D., Stephenson, R.L., and Power, M.J. 2009. Oscillating reproductive strategies of herring in the western Atlantic in response to changing environmental conditions. ICES J. Mar. Sci. 66: 1784-1792.

Paloheimo, J.E., and Dickie, L.M. 1964. Abundance and fishing success. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Expior. Mer 155: 152-143.

Swain, D.P. 2016. Population modelling results for the assessment of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stocks in the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO Division 4T) for 2014-2015. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/061. xi + 53 p.

Winters, G.H.,and Wheeler, J.P. 1985. Interaction between stock area, stock abundance, and catchability coefficient. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 989-998.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Golfe
Pêches et Océans Canada
C. P. 5030, Moncton (Nouveau-Brunswick) E1C 9B6

Téléphone : 506-851-6253
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Évaluation du hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), composantes des reproducteurs de printemps et d'automne, du sud du golfe du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) et avis pour les pêches de 2018 et de 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. Sci. 2018/029.

Also available in English:

DFO. 2018. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence (NAFO Div. 4T) spring and fall spawner components of Atlantic herring (Clupea harengus) with advice for the 2018 and 2019 fisheries. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2018/029.